E & A

*Band 46 / Heft 3* *August 1960*

COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY
17 AUG 1960
Eu. 27.0

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 40 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
POSTVERLAGSORT HAMBURG

# Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Über die Entwicklung des schwarzbraunen Mehlkäfers, *Tribolium destructor* Uyttenb., Teil I. Von E. NATON .. .. .. .. .. .. .. .. 233

*Eriophyes rubi* n. sp. (Acarina, Eriophyidae) an *Rubus caesius* und *Rubus thyrsoideus*. Von R. DOMES .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 245

Holzbrütende *Scolytidae* und *Platypodidae* (Col.) an Pinus-Arten in Mittelamerika. Von F. SCHWERDTFEGER .. .. .. .. .. .. .. .. 254

Further Observations on European *Dreyfusia (Adelges-)* Populations. Von H. PSCHORN-WALCHER und H. ZWÖLFER .. .. .. .. .. .. 260

Nachwort von J. FRANZ und H. KARAFIAT .. .. .. .. .. .. 273

Untersuchungen über die Art und die Folgewirkung des Saugvorganges bei der San-José-Schildlaus *(Aspidiotus perniciosus* Comst.). Von CARL SCHETTERS 277

Die Forstentomologie in der russischen Zeitschrift „Lesnoje chosjaistwo" (Forstwirtschaft) Jahrgang 1956. Von L. BRAMMANIS .. .. .. .. .. .. 323

KLEINE MITTEILUNGEN

Neue Ergebnisse der Reblaus-Forschung. Von H. OLDIGES .. .. .. .. 335

PERSONALIEN

Prof Dr. WILLE zum Gedächtnis .. .. .. .. .. .. .. .. .. 337

Prof. Dr. A. v. VIETINGHOFF-RIESCH zum 65. Geburtstage .. .. .. .. 341

BUCHBESPRECHUNGEN .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 343

Diesem Heft liegt ein Spezialprospekt des Verlages Paul Parey bei.

*Schriftleitung:* Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

*Manuskripte:* Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

*Honorierung:* Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen sind honorarfrei.

*Sonderdrucke:* Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 30 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

*Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der photomechanischen Wiedergabe,* sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 0,30 zu verwenden.

*Erscheinungsweise und Bezugspreis:* Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1960 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsdr. Boyens & Co., Heide/Holstein

*Z. ang. Ent. Bd. 46 (1960) H. 3, S. 233–344*

Abonnementspreis dieses Heftes DM 28,50 Einzelpreis DM 31,35

*Aus dem Zoologischen Institut der Universität München*

# Über die Entwicklung des schwarzbraunen Mehlkäfers, *Tribolium destructor* Uyttenb.

## Teil I
## Die Aufzucht von *Tribolium destructor* in natürlicher Diät

Von E. Naton

*Mit 5 Abbildungen*

## I. Einleitung

Die Art *Tribolium destructor* wurde erst im Jahre 1933 von Uyttenboogaart aufgestellt. Etwas später wendet sich Potter (1939) der Biologie dieses Käfers zu und beschreibt die Schädigung von Vorräten. Umfangreiche und ins Detail gehende Angaben über die Morphologie und Biologie macht Mathlein (1943), während Reynolds (1944) einen Beitrag über die Auswirkungen der Ernährung der Elterngeneration auf die Entwicklung der folgenden Generation veröffentlicht.

Im Hinblick auf folgende Untersuchungen (siehe Teil II und III) sollen in dieser Arbeit die larvale Entwicklungsdauer in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte sowie die Zunahme der Kopfkapselbreiten und der Volumina der Corpora allata beschrieben werden.

## II. Material und Methode

### Haltung und Züchtung

Sämtliche Untersuchungen wurden an *Tribolium destructor* Uyttenb. ausgeführt[1]. Die Stammkulturen wurden bei Zimmertemperatur in 1-Liter-Gläsern gehalten. Diese Gefäße waren zu etwa einem Drittel mit einem Gemisch aus Weizenmehl Type 550 und 8 % *Torula*-Trockenhefe gefüllt und mit einem dicht über die Öffnung gespannten Tuch zugebunden. Je nach Bedarf, z. B. bei Übervölkerung, wurde ein Teil der Larven herausgesiebt. Die restlichen Larven, etwa die Hälfte, und alle Imagines kamen dann auf frisches Futter.

Die für die Eigewinnung bestimmten Kulturen sowie die Versuchstiere wurden im Thermostaten bei 27° C und 80 % RH gehalten. Die Eier konnten nach der bei Fröbrich u. Offhaus (1953) für *Tribolium confusum* beschriebenen Methode gewonnen werden; es war aber darauf zu achten, daß bei *T. destructor* ähnlich wie bei *Tenebrio molitor* stets ein Teil der Eier am Boden des Gefäßes festklebt. Diese wenigen Eier wurden immer sorgfältig entfernt. Zur Vermeidung des bei ungünstigen Ernährungsbedingungen häufig auftretenden Kannibalismus' wurden die Versuchstiere, soweit nicht anders vermerkt, einzeln in Reagens-

[1] Für die Überlassung von Anfangskulturen bin ich sowohl Herrn Prof. Dr. Anton Koch als auch Herrn H. Bollow von der Bayer. Landesanstalt f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz in München zu Dank verpflichtet.

gläsern gezogen, die mit einem lockeren Pfropfen aus Zellstoff verschlossen waren. Die Reagensgläser standen aufrecht in Konservenbüchsen. Für die Untersuchungen der larvalen Entwicklungsdauer ab ovo wurden nur frischgeschlüpfte, also noch weiße Eilarven genommen, die ihre Eischale bereits vollständig abgeworfen hatten. Die erste Kontrolle der Versuchstiere fand erst nach zwei Wochen statt, weil nach CHAPMAN u. a. Störungen der Tiere die Entwicklung verlängern sollen (CHAPMAN 1926, REYNOLDS 1944, MAGIS 1954). Vom Auftreten der Pronymphe ab bis zum Schlüpfen der Imago aber wurden die Versuche täglich kontrolliert.

### Histologie

Die Fixierung der Objekte erfolgte hauptsächlich in CARNOYscher Flüssigkeit, wobei zur Verhinderung von Schrumpfungen und zur Vermeidung allzugroßer Sprödigkeit die Hälfte der vorgeschriebenen Menge an absolutem Aethylalkohol durch 96prozentigen Alkohol ersetzt wurde. Die Tiere kamen für die Hälfte der vorgesehenen Fixierungsdauer in toto in die Flüssigkeit, dann erst wurden sie in der Flüssigkeit hinter dem Prothorax (Puppen und Imagines) oder hinter dem Metathorax (Larven) durchgeschnitten und zu Ende fixiert. Dadurch konnte vermieden werden, daß aus den Tieren Lymphe und Fettkörper hervorquoll und die Gewebe zu sehr gezerrt und verlagert werden, wie dies bei sofort durchgeschnittenen oder angestochenen Tieren gewöhnlich der Fall ist. Die Einbettung erfolgte über Aethylalkohol → Methylbenzoat in Paraffin nach MCCLUNG, das mit normalem Paraffin vermischt war. Die Schnittdicke betrug 3 $\mu$ (Junglarven), 7 $\mu$ (Imagines) oder 15 $\mu$ für Orientierungsschnitte. Gefärbt wurde in der Hauptsache mit saurem Hämalaun nach P. MAYER. Daneben kamen auch die Färbungen mit Azan nach HEIDENHAIN und GOMORIS Chromalaun-Hämatoxylin-Phloxinfärbung zur Anwendung. Für die letztgenannte Färbung mußte BOUIN-fixiertes Material genommen werden.

### Messungen

Die Kopfkapselbreiten der Larven wurden an betäubten Tieren mit dem Okularmikrometer gemessen, und zwar an der breitesten Stelle der Kopfkapsel bei Dorsalansicht. Die Volumina der Corpora allata wurden in Anlehnung an HULTIN (1947) aus Umrißzeichnungen berechnet.

## III. Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Bevölkerungsdichte

Da die bisherigen Ergebnisse früherer Autoren infolge verschieden gewählter Bedingungen stark variierten (Tab. 1), war es nötig, die Frage zu klären, wie die Tiere in natürlichem Futter auf die gewählte Hydratur von 80 % RH und die Temperatur von 27° C reagieren.

*Tabelle 1*

**Übersicht der Ergebnisse verschiedener Autoren**

| | Kürzeste Larvenzeit | | | Puppenruhe | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temp. ° C | RH in % | Tage | Temp. ° C | RH in % | Tage |
| Havelka u. | | | | 27—29 | 77 | 9 |
| Winkler: | | | | 18—22 | — | —18 |
| Magis: | 27 | 70 | 34[1] | | | |
| Mathlein: | 28 | 70—80 | 31 | 28 | 70—80 | 9 |
| | 25—26 | 70—80 | 47 | | | |
| Reynolds: | 25 | 50—60 | 38 | | | |

[1] Hier handelt es sich um eine „synthetische" Diät.

Wenn trotz relativ geringer Differenzen in den Aufzuchtsbedingungen (Tab. 1) z. T. erhebliche Unterschiede in der larvalen Entwicklungsdauer auftreten, so ist dafür hauptsächlich, wenn nicht gar allein, das den Larven gebotene Nährsubstrat verantwortlich. Daß prinzipiell durch diesen Faktor allein die Entwicklungsdauer entscheidend beeinflußt werden kann, hat MAGIS (1954) nachgewiesen.

So ist es auch erklärlich, daß die in meinem Versuch verwendeten Tiere eine durchschnittliche larvale Entwicklungsdauer von 28 Tagen zeigten; die kürzeste Zeit betrug 26 Tage bei 27° C und 80 % RH[2], wie eingangs erwähnt. Die Tiere wurden dabei wie die Stammkulturen mit Weizenmehl Type 550 und 8 % *Torula*-Trockenhefe ernährt und befanden sich in Einzelhaft. Diese Tatsache muß besonders berücksichtigt werden, da nach Angaben verschiedener Autoren selbst die Aufzucht von nur zwei Tieren in einem relativ engen Gefäß ganz andere Entwicklungszeiten bedingt. Den ersten Hinweis gibt CHAPMAN (1931), (zit. n. MAGIS 1954), der an *T. confusum* feststellte, daß häufiges Stören der Larven durch die Kontrollen die Entwicklung beeinflußt und verlängert. PARK (1935) stellte eine weitere Quelle für eine Entwicklungsverzögerung bei *T. confusum* fest: Er verfütterte den Larven „conditioned flour", also ein Mehl, auf dem schon vorher Kulturen großgezogen worden waren und das demgemäß nicht mehr den vollen Wert des frischen Mehles besaß[3]. Außerdem wurde die Sterblichkeit erhöht. Das Gewicht der sich trotzdem noch normal entwickelnden Imagines war gleich (PARK 1936) oder, bei hoher Bevölkerungsdichte, etwas geringer als das der normal genährten Tiere (PARK 1938). Später wurde der Beweis erbracht, daß nicht etwa eine hohe Bevölkerungsdichte die Entwicklungsverzögerung bedinge, sondern das „conditioned flour" (PARK, MILLER u. LUTHERMAN 1939). MATHLEIN (1943) beobachtete an *T. destructor* eine Verlängerung der larvalen Entwicklung, wenn er ausgewachsene Larven daran hinderte, sich in Mehl einzugraben oder in Ritzen zu verkriechen. Von einer Anzahl Larven, denen viel Mehl zur Verfügung stand, hatten sich in einem bestimmten Zeitraum mehr Tiere verpuppt als von der gleichen Zahl Larven, die nur wenig Mehl hatten. Später griffen GUNN u. KNIGHT (1945) dieses Problem nochmals auf und beobachteten an *Ptinus tectus* eine Verlängerung der larvalen Entwicklungszeit, wenn mehr als ein Tier in einem Behälter aufgezogen wurde. Die Autoren führen diese Verzögerung auf einen „Gruppeneffekt" und nicht auf „conditioned flour" zurück. Etwas früher veröffentlichte REYNOLDS (1944) eine Mitteilung, wonach es bei *T. destructor* im Gegensatz zu *T. confusum* keine jahreszeitlichen Schwankungen der Entwicklungsdauer gibt. Gleichzeitig gibt er die Bestätigung, daß sich *einzeln* aufwachsende Larven schneller entwickeln als vier Exemplare in einem Glas. Die letzte Angabe wird von MAGIS (1954) bestätigt und dahingehend präzisiert, daß die Entwicklungszeit bis zur Vorpuppe verlängert wird. Es finden sich aber bei keinem Autor Angaben darüber, in welcher Art die Entwicklungsverzögerung vor sich geht: Denn sowohl eine allgemeine Verringerung der Wachstumsgeschwindigkeit (= längere Dauer der einzelnen Larvenstadien) als auch eine Vermehrung der Larvenstadien kann eine Verlängerung

[2] Es wurde darauf geachtet, daß keine Schimmelbildung eintrat.

[3] I. SCHWARZ, die über ein sehr großes Versuchsmaterial verfügt, kann diese Beobachtungen PARKS nicht bestätigen. Die Versuchstiere entwickelten sich in *wiederholt* benutzten Diäten genau so rasch wie in frischen (n. mündl. Mitteilung).

der Zeitspanne vom Schlüpfen der Eilarve bis zum Auftreten der Vorpuppe bedingen. Auf Grund eigener Versuche kann zunächst eine allgemeine Verlängerung der Entwicklungszeit bestätigt werden. Es wurden dazu Versuche mit Tieren in Einzelhaft, Versuche mit je zwei Tieren in einem Reagensglas und Versuche mit vielen Larven in einer Petrischale vom Durchmesser 11 cm durchgeführt. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, ergab sich folgendes Bild: Tiere in Einzelhaft verpuppten sich frühestens am 24. Tag, und bis zum 33. Tag hatten alle die larvale Entwicklung abgeschlossen. Der Verpuppungstermin ist also relativ eng umgrenzt. Befinden sich zwei Tiere in einem Glas, setzt die Verpuppung später ein, frühestens am 34. Tag. Der Schwankungsbereich ist aber wesentlich größer, wenn auch letztlich alle Tiere zur Verpuppung kamen. Dies war bei den Massenversuchen durchaus nicht der Fall. Schon der früheste Verpuppungstermin lag noch später, nämlich erst am 43. Tag, also zu einem Zeitpunkt, wo bei Einzeltieren schon die Imagines auftraten. Der Schwankungsbereich erstreckte sich bis zum 100. Tag. Ältere Larven kamen nicht mehr zur Verpuppung, sondern starben schließlich an Erschöpfung. Interessant in diesem Zusammenhang ist, daß man Tiere aus Massenversuchen innerhalb von einer Woche zur Verpuppung bringen kann, wenn man sie aus den Kulturen herausnimmt und in Einzelhaft setzt. Tiere in Einzelversuchen hatten sich ca. 20 Tage früher verpuppt. Aus weiteren Versuchen ergab sich, daß bei Doppelbesetzung die Zahl der Larvenstadien die gleiche ist wie bei Einzeltieren, nämlich 7, während die Entwicklungsgeschwindigkeit etwas gehemmt sein kann, so daß das 7. Larvenstadium von den zu zweit in einem Glas lebenden Tieren einige wenige Tage später erreicht werden kann als von den Einzeltieren. Da es sich aber dabei um durchschnittlich 3–5 Tage handelt, kann das nicht der ausschlaggebende Faktor für das verspätete Auftreten der Puppe sein. Andererseits findet bei diesen Tieren eine überzählige Häutung nicht statt, während bei den Massenversuchstieren die Verhältnisse etwas anders liegen: Abgesehen von der auch hier auftretenden geringen Larvenstadienverlängerung kann eine weitere Häutung zu einem 8. Larvenstadium bei etwa $^1/_{10}$–$^1/_5$ der Tiere auftreten. Dies macht aber nicht so viel aus, daß eine Verpuppungsverzögerung bis zu 75 Tagen damit zu erklären wäre; normalerweise dauert beim Einzelversuch ein Larvenstadium nur drei Tage. Es handelt sich demzufolge nur um eine Verlängerung des 7. (letzten) Larvenstadiums. Bei genauerer Beobachtung dieses letzten Larvenstadiums läßt sich erkennen, daß die Larve zunächst noch frißt, bald aber von einer, schon von MATHLEIN (1943) bemerkten, „Wanderlust" befallen wird und wie suchend meist auf dem Nährsubstrat umherkriecht. Im Normalfall dauert diese Wanderzeit etwa 5 Tage, danach tritt die Verpuppung ein. Ist die Larve jedoch mit einem anderen Partner in einem Reagensglas, dann wird jede der zwei Larven durch den ebenfalls wandernden Partner immer wieder gestört und zu neuen Wanderungen veranlaßt. Diese gegenseitige Störung ist wohl der ausschlaggebende, verzögernde Faktor. Daher ist es auch verständlich, daß beim

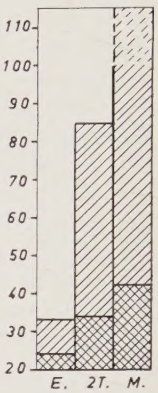


*Fig. 1.* E = Einzeltiere. 2 T = Zwei Tiere in einem Glas. M = Massenversuch. Kreuzlinien = Mindestlarvenzeit. Schräglinien = Schwankung des Verpuppungstermins. Strichellinien = Lebensdauer der Larven, die nicht mehr zur Metamorphose kommen.

Massenversuch, infolge der erhöhten Zahl der Tiere, die Störungen noch häufiger sind und sich deshalb auch stärker auswirken. So wurden von mir Wanderzeiten von über fünf Wochen beobachtet! Der an sich berechtigte Einwand, daß diese Vorgänge auch durch einen Mangel an bestimmten Stoffen in der Nahrung oder durch das „conditioned flour" PARK's zustande kommen können, wird dadurch widerlegt, daß man auf der gleichen Diät, im gleichen Reagensglas, in dem zuerst zwei Larven gleichzeitig lebten und die verstärkte Wanderlust und damit die Verpuppungsverzögerung zeigten, hinterher nacheinander drei Larven hochziehen kann, und bei jeder von diesen drei Larven tritt die Verpuppung zu dem für Einzeltiere normalen Zeitpunkt ein.

Es erhebt sich außerdem noch die Frage nach dem biologischen Sinn der Wanderungen. MATHLEIN (1943) beobachtete, daß sich die Larven später verpuppten, wenn man sie hindert, sich in Mehl einzugraben (siehe oben). Er setzte dazu Petrischalen mit je 20 Larven an, bei denen der Boden gerade noch mit Mehl dünn bedeckt war. Andere Schalen waren ganz mit Mehl gefüllt. Das Eingraben allein ist aber nicht der entscheidende Faktor. Wenn man nämlich statt 20 Larven deren 70 nimmt, vergraben sie sich zwar genauso im Mehl, und doch tritt bei ihnen die Verpuppungsverzögerung der Tiere aus Massenversuchen auf. Wird aber diesen 70 Larven zwar weniger Mehl gegeben ($^1/_8$ der vorigen Menge), dafür aber einige Stücke von abgestorbenem, morschem Fichtenholz, dann bohren sie sich in das Holz, nagen sich Puppenwiegen aus und verpuppen sich wesentlich schneller als die Tiere, die keine Holzstücke zum Einbohren haben. Die Wanderlust bewirkt demnach unter natürlichen Bedingungen, daß die Tiere sich auf ein größeres Gebiet verteilen und Verstecke finden, in denen sich die Metamorphose ungestört vollziehen kann.

## IV. Kopfkapselbreite und Volumina der Corpora allata der verschiedenen Larvenstadien

Es ist selbstverständlich, daß die sicherste Methode der Bestimmung von Larvenstadien darin besteht, ab ovo einzeln aufgezogene Larven alle 2–3 Tage abzusieben und die Exuvien zu sammeln und zu zählen. Dieses Vorgehen ist aber nicht nur zeitraubend, sondern meist nicht anwendbar, da aus bereits dargelegten Gründen eine Störung der Tiere vermieden werden soll. Es war deswegen ein wichtiger Hinweis, daß bei *T. confusum* die einzelnen Larvenstadien nach der Kopfkapselbreite bestimmt werden können (PARK 1934). Bei eigenen Messungen an *T. destructor* wurden für jedes Stadium 100 Tiere herangezogen; die daraus sich ergebenden Durchschnittswerte sind mit den Angaben der Streuungsbreite und den Werten der durchschnittlichen Zunahme aus Tab. 2 ersichtlich.

Vergleicht man nun die Werte der Reihen der durchschnittlichen Größen und die der durchschnittlichen Zunahmen untereinander, so fällt auf, daß die Zunahme vom 6. zum 7. Stadium und vom 7. zum 8. Stadium (Endstadium) bemerkenswert niedrig gegenüber den beiden vorhergehenden Werten ist. Dies kommt auch in Fig. 2 zum Ausdruck. Wenn man vom 1.–6. Stadium einschließlich die durchgezogene Linie und ab 6. Stadium die gestrichelte Linie betrachtet, ergibt sich dabei eine leicht S-förmig geschwungene Kurve,

*Tabelle 2*

**Die Kopfkapselbreiten der einzelnen Larvenstadien**

| | Breite | Streuung | Zunahme |
|---|---|---|---|
| 1. Stadium | 215 $\mu$[1] | 195— 255 $\mu$ | |
| 2. Stadium | 285 $\mu$ | 256— 308 $\mu$ | 70 $\mu$ |
| 3. Stadium | 348 $\mu$ | 308— 369 $\mu$ | 63 $\mu$ |
| 4. Stadium | 450 $\mu$ | 374— 543 $\mu$ | 102 $\mu$ |
| 5. Stadium | 630 $\mu$ | 564— 682 $\mu$ | 180 $\mu$ |
| 6. Stadium | 775 $\mu$ | 692— 820 $\mu$ | 145 $\mu$ |
| 7. Stadium | 855 $\mu$ | 815— 917 $\mu$ | 80 $\mu$ |
| Endstadium | 948 $\mu$ | 897—1026 $\mu$ | 93 $\mu$ |

[1] MATHLEIN (1943) gibt für Eilarven einen Wert von 200 $\mu$ an.

bei welcher der Mittelteil der größten Kopfkapselbreitenzunahme von 3.–6. Stadium entspricht.

Daraus geht hervor, daß der Ausbildung eines 8. Larvenstadiums nicht mehr die normalen Verhältnisse zugrunde liegen. Wie oben gezeigt wurde, konnte ja ein 8. Larvenstadium bisher nur in ausreichend ernährten Massenkulturen beobachtet werden. Es soll aber in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, daß es MATHLEIN (1943) gelang, unter schlechten Bedingungen 12 oder mehr Larvenhäutungen zu erzwingen. Aus der Darstellung ergibt sich aber weiterhin, daß im normalen Entwicklungsgang die Kopfkapselbreite des letzten, in diesem Fall also 7. Stadiums genauso groß ist wie die des 8. Stadiums = des letzten Stadiums der verlängerten Entwicklung. Die durchschnittliche Größenzunahme liegt zudem bei einem Wert, der durchaus den beiden ihm vorausgehenden Werten entspricht. Die Kurve läßt also im normalen Entwicklungsgang der Larven die Abschwächung der Zunahme der Kopfkapselbreiten vermissen. Zur Klärung dieser etwas überraschenden Verhältnisse wurden folgende Versuche durchgeführt: Aus Massenkulturen wurden Larven des 6. Stadiums isoliert und in Einzelhaft beobachtet. Nach der Häutung zur Larve des 7. Stadiums zeigte es sich, daß der größere Teil dieser Larven eine Kopfkapselbreite des Endwertes besaß, während die restlichen 10–20 % die kleinere Kopfkapselbreite hatten. Diese Tiere verpuppten sich noch nicht bei der nächsten Häutung, wie die anderen, sondern sie häuteten sich zur Larve des 8. Stadiums (Endstadium), die nun auch den Endwert der Kopfkapselbreite aufwiesen. Erst in der darauf folgenden Häutung verpuppten sie sich. Wurden aus Massenkulturen nur Larven des 7. Stadiums mit kleinem Wert isoliert, so mußten auch sie alle noch ein

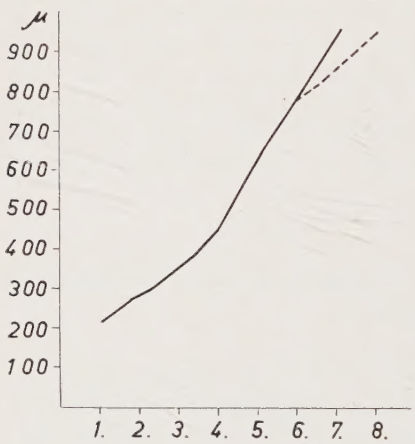


*Fig. 2.* Durchschnittl. Zunahme der Kopfkapselbreiten. —— = normale Entwicklung mit 7 Larvenstadien, ---- = Abweichung bei Auftreten eines 8. Larvenstadiums

weiteres Larvenstadium durchlaufen, ehe sie sich verpuppen konnten. Aus diesen Ergebnissen läßt sich folgern, daß von einer Larve, deren Kopfkapselbreite den Endwert hat, nicht gesagt werden kann, ob sie sechs oder sieben Larvenhäutungen durchgemacht hat. Andererseits ist für beide Fälle, für die normale Entwicklung, wie für die Entwicklung mit acht Larvenstadien, die Kopfkapsel des 6. Stadiums gleichbreit. Es wäre demnach vielleicht der Schluß berechtigt, daß beim abweichenden Entwicklungsgang zwar kein Larvenstadium angehängt, sondern eines zwischengeschoben wird. Das 7. Stadium wäre ein eingefügtes Stadium, wodurch sich auch der in der Mitte zwischen den Werten für das 6. und für das Endstadium liegende Wert erklärt.

Aus theoretischen Erwägungen läßt sich die Möglichkeit eines solchen Geschehens durch Vergleich der Häufigkeitskurven der Kopfkapselbreiten für die einzelnen Larvenstadien in Betracht ziehen. In den beiden ersten Stadien, bei denen infolge der geringen Größe der Tiere wohl kaum eine besondere gegenseitige Beeinflussung zu erwarten ist, haben die Kurven einen

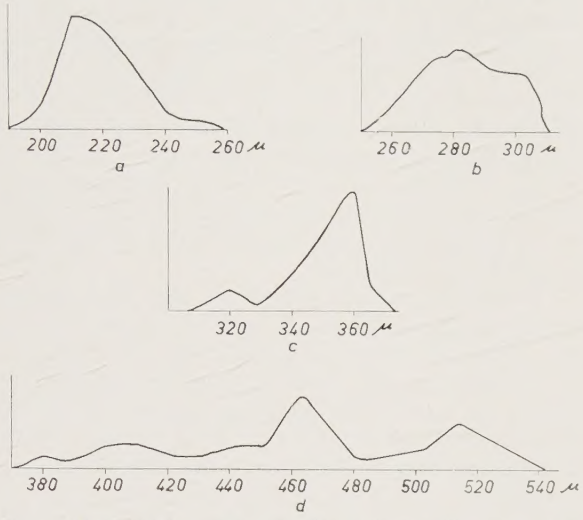


*Fig. 3.* Häufigkeitskurven der Kopfkapselbreiten. Breitenangaben in µ, a—d = 1.—4. Larvenstadium

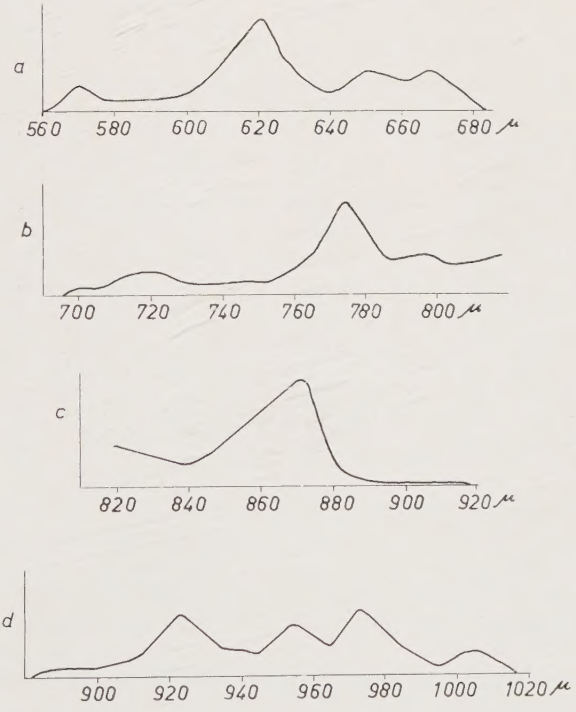


*Fig. 4.* Häufigkeitskurven der Kopfkapselbreiten. Breitenangaben in µ, a—d = 5.—8. Larvenstadium (7. Stadium = Zwischenstadium; 8. Stadium = Endstadium)

einheitlichen Verlauf. Doch zeigt die erste Kurve (Fig. 3 a), daß die Schwankungsbreite der Kopfkapseln der Eilarven doch recht beträchtlich ist. Das 4. Stadium (Fig. 3 d) hat dagegen eine auffallend große Streuung, die m. E. vielleicht dazu führen könnte, daß das 7. Stadium (= Zwischenstadium) von den Tieren durchlaufen werden muß, die im 5. und 6. Stadium im Wachstum etwas zurückgeblieben sind und daher einen innerhalb der Streuungsbreite liegenden relativ geringen Wert der Kopfkapselbreite aufweisen. Gleichzeitig fände die Dreigipfeligkeit (Fig. 4 d) des Endstadiums darin eine Erklärung, daß ein Teil der Tiere dieses Stadium vom 6. Stadium aus in einem Häutungsschritt erreicht und die anderen Tiere dazu zwei Häutungsschritte benötigen.

Es erhebt sich die Frage, ob sich nicht die Einschiebung des Zwischenstadiums auch noch durch andere Indizien nachweisen läßt. Dazu könnten sich nach den bisherigen Erfahrungen sehr gut die Corpora allata eignen. Es ist ja bekannt, daß diese endokrinen Drüsen Hormone liefern, die bei den Häutungen eine wichtige Rolle spielen (Hanstroem 1942, Hultin 1947, Nabert 1913, Pflugfelder 1937, 1948, Piepho 1943, Scharrer 1946, Wigglesworth 1937 u. v. a.). Außerdem wachsen sie im Laufe der Larvenentwicklung stetig heran. Zur Bestimmung der Volumina wurden für jedes Entwicklungsstadium etwa 30 Corpora allata untersucht; die Ergebnisse gehen aus Tab. 3 hervor. Dabei zeigt sich, daß sich das Zwischenstadium deutlich heraushebt. Für dieses Stadium (= 7. Stadium) wird nämlich ein niedrigerer Wert gemessen als für das 6. und sogar für das 5. Stadium. Es muß aber an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, daß dies Durchschnittswerte sind. Infolge der starken Aktivität der Drüsen treten innerhalb eines Häutungsstadiums sehr starke Schwankungen im Volumen auf, wie dies aus den Streuungen hervorgeht. Deswegen ist es auch an Hand eines Einzelwertes völlig unmöglich, eine sichere Angabe über das Larvenstadium zu machen. Erst eine größere Anzahl von Messungen von Tieren, welche den Kopfkapselbreiten nach einwandfrei vom gleichen Stadium sind, läßt es zu, einen Durchschnittswert für das betreffende Stadium aufzustellen und die Volumenverhältnisse der einzelnen Stadien zueinander zu verfolgen. Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß sich bei diesem Material nicht ein Standart-Wert aufstellen läßt; man muß damit rechnen, daß in einer ähnlichen Weise physiologische Schwankungen bei gleicher Aktivität auftreten, wie sie Buxton (1930) für den Wassergehalt der Larven des Mehlkäfers *Tenebrio molitor* fand.

*Tabelle 3*

**Corpora allata – Volumina in $\mu^3$**

| | Durchschnittl. Vol. | Streuung |
|---|---|---|
| 1. Stadium | 570 | 300— 800 |
| 2. Stadium | 720 | 400— 1 100 |
| 3. Stadium | 850 | 400— 1 200 |
| 4. Stadium | 1 280 | 600— 2 600 |
| 5. Stadium | 2 850 | 1 500— 5 500 |
| 6. Stadium | 3 135 | 1 100— 4 200 |
| 7. (Zwisch.) | 2 720 | 2 000— 3 500 |
| Endstadium | 3 480 | 2 100— 5 800 |
| Vorpuppe | 4 200 | 2 300— 8 000 |
| Junge Puppe | 14 520 | 7 000—22 000 |
| Mittl. Puppe | 19 240 | 13 000—23 000 |
| Alte Puppe | 14 600 | 9 000—19 000 |
| Junge Imago | 12 450 | 8 000—17 000 |
| Alte Imago | 21 850 | 13 000—37 000 |

Es soll hier nicht entschieden werden, ob die Einschaltung eines Zwischenstadiums (= 7. Stadium) auf hormonale Einflüsse zurückgeführt werden kann, die von den Corpora allata gesteuert werden oder ob andere Faktoren

dabei eine Rolle spielen. Jedoch ist es vielleicht nicht uninteressant, die Zunahmekurve der Volumina der Corpora allata mit jener der Kopfkapselbreiten zu vergleichen (Fig. 2 u. Fig. 5). In beiden Fällen tritt eine Vergrößerung der Zunahme zum 4. und 5. Stadium ein: während sich aber die Kopfkapseln kontinuierlich in einem stärkeren Maße vergrößern, als es zum 2. und 3. Stadium der Fall war, nehmen die Corpora allata – Volumina nach dem 5. Stadium wieder in geringerem Maße zu. Dieses geringere Wachstum wird aber später durch eine sprunghafte Größenzunahme in der ersten Hälfte des Puppenstadiums ausgeglichen. Danach nimmt das Volumen zwar ab, sinkt aber nicht mehr auf den Wert des Larvenendstadiums, sondern nimmt in der Imago wieder zu, wobei nach PALM (1949) geschlechtlich bedingte Größenunterschiede auftreten.

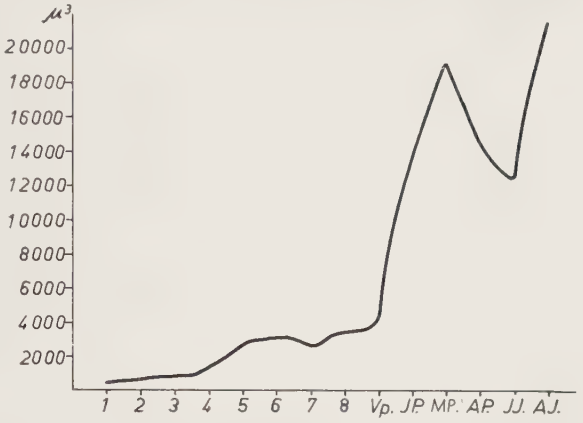


*Fig. 5.* Durchschnittl. Zunahme der Volumina der Corpora allata während der Gesamtentwicklung

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1—8 | = | Larvenstadien | AP. | = | Alte Puppe |
| Vp. | = | Vorpuppe | JJ. | = | Junge Imago |
| Jp. | = | Junge Puppe | AJ. | = | Alte Imago |
| MP. | = | Mittlere Puppe | | | |

## Kurze Diskussion und Zusammenfassung

Die larvale Entwicklungsdauer des schwarzbraunen Mehlkäfers, *Tribolium destructor* Uyttenb., ist in hohem Maße von der Populationsdichte abhängig. Ähnlich wie bei *Ptinus tectus* (GUNN u. KNIGHT 1945) wird die Dauer der Larvalentwicklung verlängert, wenn in einem Behälter mehrere Larven aufgezogen werden. Dies läßt sich schon an zwei Tieren beobachten, die zusammen in einem Reagensglas gehalten werden. Während aber die Dauer der einzelnen Larvenstadien nur wenig beeinflußt wird, kommt es zu einer entscheidenden Verlängerung der „Wanderzeit", die sich über mehr als 5 Wochen erstrecken kann, im Gegensatz zu einer normalen, durchschnittlichen Dauer von 5 Tagen. Die Ursache dieser Verlängerung ist die gegenseitige Störung während der „Wanderzeit"; diese führt in natürlicher Umgebung zum Auffinden geeigneter Verstecke, in denen sich die Metamorphose ungestört vollziehen kann. Eine Auswirkung von „conditioned flour", wie es PARK, MILLER u. LUTHERMAN (1939) für *Tribolium confusum* beobachteten, kommt hier nicht in Betracht.

Die einzelnen Larvenstadien können an den Breiten der Kopfkapseln erkannt werden. Bei diesen Untersuchungen ergab sich auch, daß zwischen dem 6. und dem letzten Stadium ein Zwischenstadium eingeschoben werden kann, das sich durch den Wert der Kopfkapselbreite deutlich heraushebt. In noch stärkerer Weise wird dieses Stadium durch das Verhalten der Volumina

der Corpora allata gekennzeichnet. Das Volumen der Corpora allata von Larven des Zwischenstadiums (= 7. Stadium) ist geringer als jenes des vorhergehenden Stadiums und unterschreitet sogar etwas das Volumen der Corpora allata von Larven des 5. Stadiums.

## Summary

The "wandering period" which normally occurs in *Tribolium destructor* is considerably lengthened by increasing the density of population.

The individual larval stages can be recognized by the head width. It is also established that, in adequately fed mass cultures, some of the larvae have an extra instar between the 6th and the final stage. This is particularly obvious from the head width and the size of the corpora allata.

## Literatur

Die mit * bezeichneten Schriften standen mir nur in Referaten zur Verfügung

Arvy, L. u. M. Gabe: Particularités histophysiologiques des glandes endorines céphaliques des *Tenebrio molitor* L. – C. R. A. S. **237**, 844–846, 1953.

Barton-Wright, E.: Flour and the growth of *Tribolium.* – Nature **148**, 565–566, 1941.

Berger, B.: Über die Widerständsfähigkeit der Tenebriolarven gegen Austrocknung. – Arch. ges. Physiol. **118**, 607–612, 1907.

Buxton, P.: Evaporation from the meal-worm *(Tenebrio:* Coleoptera) and atmosphaeric humidity. – Proc. Roy. Soc. London, Ser. B. **106**, 560–577, 1930.

Chauvin, R.: Physiologie de l'insecte. – Imprimerie Union, Paris 1949..

*Chapman, R.: Inhibiting the process of metamorphosis in the confused flourbeetle (*Tribolium confusum* Duv.). – J. exp. Zool. **45**, 293–299, 1926.

v. Emden, F. u. R. Scholz: Über *Tribolium destructor* Uytt. – Ent. Blätter **30**, 44, 1934.

— u. R. Scholz: Biologische Mitteilungen über *Tribolium (Stene) destructor* Uytt. – Ent. Blätter **31**, 36, 1935.

Frank, P.: *Tribolium destructor* Uytt. in Hamburg. – Ent. Blätter **31**, 211, 1935.

Fröbrich, G. u. K. Offhaus: Der qualitative Vitamintest mit dem Reismehlkäfer *Tribolium confusum* Duv. (Tenebrionidae, Coleoptera) als Testorganismus. – Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforschg. **5**, 358–369, 1953.

Gebelein, H. u. H. Heite: Statistische Urteilsbildung. – Springer Verlag, Berlin, 1951.

Goetsch, W.: Die Körpergröße der Tiere und die sie bestimmenden Faktoren. – Naturw. **15**, 793–799, 1927.

Gunn, D. u. R. Knight: The biology and behaviour of *Ptinus tectus* Boie (Coleoptera, Ptinidae) a pest of stored products. VI. Culture conditions. – J. exp. Biol. **21**, 132–143, 1945.

Hanstroem, B.: Die Corpora cardiaca und Corpora allata der Insekten. – Biol. gen. **15**, 485–531, 1942.

Havelka, J. u. J. Winkler: Popis kukly škůdce *Tribolium destructor* Uyttenb. The destructive flour beetle *Tribolium destructor* Uyttenb. – Description of the pupa (Coleoptera, Tenebrionidae). – Ent. Listy **13**, 121–125, 1951.

— u. J. Winkler: Studie o škůdce *Tribolium destructor* Uyttenb. The destructive flour beetle *Tribolium destructor* Uyttenb. – Zool. ent. Listy **1**, (**15**), 230–237, 1951.

Hinton, H.: Secondary sexual characters of *Tribolium.* – Nature **149**, 500–501, 1942.

— A synopsis of the genus *Tribolium* Mc. Leay, with some remarks of its species groups (Coleoptera, Tenebrionidae). – Bull. ent. Research **39**, 13–55, 1949.

— Entomology. Dietary requirements of insects. Amino acids and vitamins. – Sci. progr. **174**, 292–309, 1956.

Howe, R.: The effect of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* Hbst. (Coleoptera, Tenebrionidae). – Ann. appl. Biol. **44**, 356–368, 1956.

Hultin, T.: The corpora allata in various castes of ants. –Kungl. fysiogr. Sällsk. i. Lund förhandlingar **17**, Nr. 10, 1947.
Johansson, A.: The relationship between corpora allata and reproductive organs in starved female *Leucophaea maderae* (Blattaria). – Biol. Bull. **108**, 40–44, 1955.
Kemper, H.: Die Haus- und Gesundheitsschädlinge und ihre Bekämpfung. – Berlin, Duncker und Humblot, 1943.
Koller, G.: Vergleichende Physiologie der Hormonwirkungen. – 5. Coll. Ges. Physiol. Chemie, Mosbach/Baden, 1954.
v. Lengerken, H.: Nachhinkende Entwicklung und ihre Folgeerscheinungen beim Mehlkäfer. Jen. Z. Naturwiss. **67**, Plate-Festschr., 1937.
— Beeinflussung des Lebenszyklus von *Tenebrio molitor* L. durch äußere Faktoren. – Verh. Dt. Zool. Ges. **30**, 132–135, 1950.
Magis, N.: Apercu de l'histoire naturelle des complexes d'espèces du genre *Tribolium* (Mac Leay 1825) (Coléoptera, Tenebrionidae). – Inst. Roy. Scien. Nat. Belg. Bull. **30**, Nr. 25, 1954.
— Nutrition comparée des *Tribolium*. I. Elevage des *Tribolium (Tribolium confusum* Duv., *T. castaneum* Hbst., *T. destructor* Uyttenb.) dans seize espèces céréales. – Bull. Soc. Roy. Scien. Liege **11**, 402–420, 1954.
Mathlein, R.: Undersökningar rörande förradsskadedjur. III. Svartbruna mjölbaggen, *Tribolium destructor* Uytt., ett nytt, ekonomiskt viktigt skadedjur. – Stat. Växtskyddsanstalt Medd. **41**, 5–38, 1943.
Mednikowa, M.: Endokrinnüe schelesü corpora allata i corpora cardiaca komarow (semja Culicidae.) – Zoll. Ž. **31**, 676–684, 1952.
Nabert, A.: Die Corpora allata der Insekten. – Z. wiss. Zool. **104**, 197–385, 1913.
Palm, N.: Structure and physiology of the stink glands in *Tribolium destructor* Uytt. (Col.). – Op. ent. **11**, 119–132, 1946.
— Sexual differences in sice and structure of the corpora allata in some insects. – Kungl. svenska vetensk. Handlingar, Ser. 4, **1**, 1–23, 1949.
Park, T.: Observations on the general biology of the flour beetle, *Tribolium confusum* Duv. – Quart. Rev. Biol. **9**, 36–54, 1934.
— Studies in population physiology. IV. Some physiological effects of conditioned flour upon *Tribolium confusum* Duval and its populations. – Physiol. Zool. **8**, 91–115, 1935.
— Studies in populations physiology. V. The oxygen consumption of the flour beetle, *Tribolium confusum* Duv. – J. cell. and comp. Physiol. **7**, 313–323, 1936.
— Studies in population physiology. VIII. The effect of larval population density on the postembryonic development of the flour beetle, *Tribolium confusum* Duv. – J. exp. Zool. **79**, 51–70, 1938.
* Park, T. u. M. Frank: The population history of *Tribolium* free of sporozoa infection. – J. anim. Ecol. **19**, 95–105, 1950.
Park, T., E. Miller u. C. Lutherman: Studies in population physiology. IX. The effect of imago population density on the duration of the larval and pupal stages of *Tribolium confusum* Duv. – Ecology **20**, 365–373, 1939.
Pflugfelder, O.: Untersuchungen über die Funktion der Corpora allata der Insekten. – Verh. Dt. Zool. Ges. 1937, S. 121–129.
— Bau, Entwicklung und Funktion der Corpora allata und cardiaca von *Dixippus morosus*. – Z. wiss. Zool. **149**, 477–512, 1937.
— Volumetrische Untersuchungen an den Corpora allata der Honigbiene, *Apis mellifica* L. – Biol. Zbl. **67**, 223–241, 1948.
Piepho, H.: Wirkstoffe in der Metamorphose von Schmetterlingen und anderen Insekten. – Naturwiss. **31**, 329–335, 1943.
Potter, C.: The occurrence of *Tribolium destructor* Uytt. in seeds in England. – Ent. mon. Mag. **25**, 114–115, 1939.
Radtke, A.: Hemmung der Verpuppung beim Mehlkäfer, *Tenebrio molitor* L. – Naturwiss. **30**, 451–452, 1942.
Reynolds, J.: Effect of parental feeding on the rate of development and mortality of *Tribolium destructor* Uyttenboogaart (Coleoptera, Tenebrionidae). – Nature, **151**, 55, 1943.
— On the inheritance of food effects in a flour beetle, *Tribolium destructor*. – Prov. Roy. Soc. London, Ser. B, **132**, 438–452, 1944.
Scharrer, B.: The role of corpora allata in the development of *Leucophaea maderae* (Orthoptera). – Endocrinology **38**, Nr. 1, 35 = 45, 1946.
Schwarz, I.: Untersuchungen an Mikrosporidien minierender Schmetterlingsraupen, den Symbionten Portiers. – Z. Morph. u. Oekol. Tiere, **13**, 665–705, 1929.

Uyttenboogaart, D.: Revision des Genus *Tribolium* (Coleoptera, Tenebrionidae). – Ent. Blätter **30**, 20–31, 1934.
Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik. – Jena 1948.
Weber, H.: Lehrbuch der Entomologie. – Jena 1933.
Wigglesworth, V.: The functions of the corpus allatum in the growth and reproduction of *Rhodnius prolixus*. – Quart. J. micr. Scien. **79**, 91–121, 1937.

Dr. E. Naton, Biol. Inst. der Phil.-Theol. Hochschule Regensburg, Ägidienplatz 2.

# *Eriophyes rubi* n. sp. *(Acarina, Eriophyidae)* an *Rubus caesius* und *Rubus thyrsoideus*

Von R. Domes

*Mit 3 Abbildungen*

## Einleitung

Die Kenntnis von Krankheiten der Brombeere hat neuerdings durch den Nachweis einer Virose eine Erweiterung erfahren. Alcorn, Wilhelm und Thomas (1955) bewiesen, daß eine Mosaikfleckung der Blätter durch einen Viruskomplex verursacht wird. Durch Pfropfung konnte die Krankheit auch auf *Rubus idaeus* und *Prunus persica* übertragen werden. Besonders die letztgenannte Übertragbarkeit und das Schadbild an den infizierten Pfirsichpflanzen spricht für eine Verwandtschaft von Brombeermosaik und Yellow-Knospenmosaik des Pfirsichs. Die Virose der Brombeere ist im deutschen Gebiet bis jetzt noch nicht gemeldet worden, doch wurden während der Jahre 1958 und 1959 Brombeerpflanzen mit Blattflecken beobachtet (Abb. 1 und 2), die einen Befall mit dem Brombeermosaik nach Alcorn, Wilhelm und Thomas vortäuschten. Nach eingehender Prüfung erwiesen sich diese Schäden aber als Saugschäden einer *Eriophyes*art. Diese Gallmilben stimmen in vielen morphologischen Merkmalen mit den Brombeermilben *Eriophyes gibbosus* Nalepa und *Eriophyes (= Aceria) silvicola* Canestrini, im Schadbild mit der Himbeermilbe *Eriophyes (= Aceria) gracilis* Nalepa überein, ohne jedoch mit diesen identisch zu sein.

## Schadbild

An einem Südhang des Muschelkalkgebietes von Bruchsal konnten im Frühjahr 1958 *Rubus caesius*- und *Rubus thyrsoideus*-Pflanzen beobachtet werden, deren Blätter über und über mit hellgrünen Flecken verschiedener Form übersät waren. Auch die Blattform war außergewöhnlich. Fast gleiche Blattschädigungen treten bei *Rubus idaeus* L. nach Befall mit *Aceria gracilis* Nalepa auf (Domes 1957a). Bei starkem Befall wird nicht nur das Blatt kleiner, sondern auch die Rutengröße der Himbeertriebe geht zurück. Damit verbunden ist stets eine Verminderung des Ernteertrages. Zur Überprüfung, ob auch dieser Schaden an der Brombeere ein Saugschaden von *Aceria gracilis* Nalepa ist und Ernteminderungen erwartet werden mußten, wurden die Blätter unter dem Binokular nach Milben abgesucht. Nach Krott (1952) ist ein Befall der Brombeere *Rubus caesius* mit *Aceria gracilis* Nalepa durchaus möglich. Eigene Beobachtungen während der Jahre 1958 und 1959 widersprechen dieser Ansicht, denn von sehr stark mit *Aceria gracilis* Nalepa be-

siedelten *Rubus idaeus*-Pflanzen, die in *Rubus fruticosus*-Hecken wuchsen, wandern die *Aceria gracilis* nicht auf die Brombeere ab.

Nach der mikroskopischen Untersuchung handelt es sich bei der neuen Brombeermilbe nicht um *Aceria gracilis* Nalepa, sondern um eine *Eriophyes*-art, die in vielen Merkmalen *Eriophyes gibbosus* Nalepa und *Aceria silvicola* Canestrini ähnlich, in einigen von ihr verschieden ist. Besonders das Schadbild an *Rubus caesius* und *Rubus thyrsoideus* ist bei *Eriophyes gibbosus* und

*Abb. 1.* (links) Blatt von *Rubus thyrsoideus* mit runden Saugflecken (September 1959). *Abb. 2.* (rechts) Saugschäden in Form von runden und sektoriellen Aufheilungen und Adernbänderungen an dem Blatt von *Rubus thyrsoideus* (September 1959)

*Aceria silvicola* Canestrini anders. Nur bei *Eriophyes gibbosus* und *Aceria silvicola* Canestrini ist die Blattbehaarung samtartig verdichtet. Neben den normalen Haaren sind es besonders fadenförmige, zugespitzte und steife Haare, die den Haarfilz oder das Erineum bilden. Wichtigstes Genusmerkmal von *Eriophyes* sind die senkrecht nach oben oder vorn gerichteten Dorsalsetae. Bei der untersuchten Art weisen sie in diese Richtung. Auch in der Zeichnung des Rückenschildes bestehen zwischen den drei Arten Unterschiede. *Eriophyes gibbosus* Nalepa hat im Mittelfeld eine kurze, gegabelte, *Aceria silvicola* Canestrini eine kurze, ungegabelte Mittellinie, *Eriophyes rubi* dagegen eine lange, durchgehende und ungegabelte Mittellinie. Ebenso fehlen letzterer die gegabelten Linien im Seitenfeld. Weitere Unterschiede sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Der Schaden ist davon abhängig, an welchen Stellen des jungen, sich entwickelnden Knospenblattes die Milben gesaugt haben und die Stärke des Schadens, wie viele Milben an diesen Stellen gesaugt haben. Je nach der Witterung wird der Schaden im Frühjahr früher oder später sichtbar. Tiefe Temperaturen, wie im Jahr 1959, verzögern den Zeitpunkt, so daß erst am 14. April 1959 erste Blattflecken sichtbar wurden.

Nach der Form der Blattflecken kann man drei Schadbilder unterscheiden. Als Erstes runde oder rundliche, hellgrüne Flecken, 1–6 mm im Durchmesser, unregelmäßig über die Blattfläche verteilt (Abb. 1). Häufig liegen die Flecken

*Tabelle 1*

**Gegenüberstellung der morphologischen Daten von Eriophyes gibbosus Nalepa, Eriophyes rubi n. species, Aceria gracilis Nalepa und Aceria silvicola Canestrini**

| | *E. gibbosus*[1] | *Eriophyes rubi* | *A. gracilis* | *A. silvicola* |
|---|---|---|---|---|
| Zahl der Dorsalringe | 50 | 69 | 83 | 65 |
| Körperform | zylindrisch | spindelförmig | spindelförmig | gedrungen |
| Schild | dreieckig mit 2 langen und 1 kurzen gegabelten Linie im Mittelfeld, mehrere gegabelte Linien im Seitenfeld | halbkreisförmig mit 3 langen Linien im Mittelfeld ohne Linien im Seitenfeld | halbkreisförmig mit 3 langen Linien im Mittelfeld mehrere gegabelte Linien im Seitenfeld | halbkreisförmig mit 2 langen und 1 kurzen Linie im Mittelfeld |
| Fiederklaue | 5fiedrig | 4fiedrig = 6 $\mu$ | 5fiedrig | 4fiedrig = 7,5 $\mu$ |
| Fiederkralle | | 10 $\mu$ | | 9 $\mu$ |
| Genitalklappe | 15 Längsstreifen | 10 Längsstreifen | 10 Längsstreifen | 10 Längsstreifen |
| Gesamtlänge | 180 $\mu$ | 150 $\mu$ | 160 $\mu$ | 180 $\mu$ |
| Gesamtbreite | 40 $\mu$ | 45 $\mu$ | 42 $\mu$ | 40 $\mu$ |
| S. accessoriae | lang | 7 $\mu$ | | 6 $\mu$ |
| S. ventrales III | am 6. Ring | z. 5. u. 6. Ring = 20 $\mu$ | am 8. Ring | am 5. Ring = 24 $\mu$ |
| S. ventrales II | am 21. Ring | z. 23. u. 24. Ring = 24 $\mu$ | am 32. Ring | am 23. Ring = 15 $\mu$ |
| S. ventrales I | am 35. Ring | z. 42. u. 43. Ring = 36 $\mu$ | am 52. Ring | am 38. Ring = 45 $\mu$ |
| S. laterales | am 50. Ring | z. 54. u. 55. Ring = 15 $\mu$ | am 68. Ring | am 54. Ring = 21 $\mu$ |
| S. genitales | am 53. Ring | z. 56. u. 57. Ring = 21 $\mu$ | am 72. Ring | am 59. Ring = 18 $\mu$ |
| S. dorsales | v. Hinterrand entfernt sehr kurz | v. Hinterrand entfernt 4,5 $\mu$ | am Hinterrand 17 $\mu$ | 12 $\mu$ |
| Blattflecken | mit Erineum | ohne Erineum | ohne Erineum | mit Erineum |

[1] Maße und Angaben nach Nalepa (1924).

im intercostalen Gewebe. Sie bleiben das ganze Jahr über unverändert. Erst gegen den Spätherbst zu werden sie vom Zentrum her rötlich und schließlich braun, nekrotisch. An der Blattunter- und oberseite ist an dieser Stelle die Behaarung normal, auf keinen Fall jedoch dichter als am übrigen Blatt. Es handelt sich also um kein Erineum, das man bei mit *Eriophyes gibbosus* Nalepa oder *Aceria silvicola* Canestrini befallenen Blättern stets beobachten kann. Das Fehlen eines Erineums liegt nicht an einem Unvermögen der Wirtspflanze Blatthaare zu bilden, sondern an der Milbenart. Auf das Saugen von *Eriophyes gibbosus* Nalepa reagieren *Rubus caesius* und *Rubus thyrsoideus* Pflanzen mit der eingangs beschriebenen Epidermisbehaarung. Das zweite Schadbild äußert sich in einer sektoriellen, hellgrünen Aufhellung an einer Seitenader 1. Ordnung (Abb. 2). Die Spitze des Sektors weist dann gegen die Hauptader. Auch hier wird der Fleck im Herbst von der Ader ausgehend rötlich und schließlich braun. Im dritten, selteneren Fall können gleichmäßig breite, hellgrüne Streifen an den Adern 1. Ordnung und von dort fortschreitend auch an den Adern 2. Ordnung entstehen (Abb. 2). Sie bleiben stets schmal. Gleichgültig, ob es sich um runde und sektorielle Flecken oder um Adernbänderungen handelt, ist niemals die Blattober- noch die Blattunterseite an den aufgehellten Stellen dichter behaart als am übrigen Blatt. Bei starkem Besatz mit Milben (70 Milben/cm² Blattfläche) verändert sich dagegen das Blatt während des Wachstums in seiner Form. Unregelmäßigkeiten können sich einstellen. Wie bei Befall mit *Aceria gracilis* Nalepa geht auch hier die Rutengröße zurück, wenn viele Milben vorhanden sind. Ertragsminderungen sind zu erwarten. Selten findet man an den milbenbefallenen Hecken Sammelfrüchte mit ungleich gereiften Einzelfrüchten. Da sie in gleicher Häufigkeit auch an gesunden und milbenfreien Brombeertrieben zu sehen sind, sind Schädiger anderer Art dafür verantwortlich. Essig (1926) weist bereits darauf hin, daß Wanzen, Thripsarten und andere Insekten, daneben aber auch *Eriophyes (= Aceria) gracilis* Nalepa[1] die Reife der Einzelfrüchte stören. An *Rubus idaeus* L. können neben *Frankliniella intonsa* Tryb. auch *Byturus tomentosus* Fabr.-Larven zu unterschiedlichem Reifen der Himbeereinzelfrüchtchen führen (Domes 1957b).

Das erste und das dritte Schadbild könnte mit dem Schadbild einer Viruserkrankung identisch sein, die von Alcorn, Wilhelm und Thomas (1955) beschrieben wurde. Der Viruskomplex befällt *Rubus procerus*, die Himalaya Brombeere. Die durch ihn hervorgerufenen kleinen, chlorotischen, unregelmäßigen Flecken oder eine Adernchlorose, die von der Hauptader ausgehend auf die Nebenadern übergreifen, soll sowohl im Freien als auch im Gewächshaus zu sehen sein. Sobald die Krankheit sich ausdehnt, geht die Ruten- und Blattgröße der Pflanze zurück. Schließlich führt der Befall zum Absterben. Durch Pfropfung wurden von Alcorn, Wilhelm und Thomas Boysen-, Nectar- und Young-Brombeeren, sowie die wildwachsende Brombeere *Rubus ursinus* infiziert. Außerdem konnte das Virus durch Pfropfung auf Himbeerpflanzen der Sorte Lloyd George und Lovell-Pfirsichsämlinge übertragen werden. Die Symptome an den von der Brombeere her infizierten Pfirsichpflanzen deuten auf eine Verwandtschaft zum Yellow-Knospenmosaik des Pfirsich. Zwischen der Brombeervirose nach Alcorn, Wilhelm und Thomas und den Milbensaugschäden bestehen insofern Unterschiede, da zwar bei

[1] Nach Hassan (1928) erwies sich die von Essig beschriebene *Eriophyes*art nicht als *Eriophyes gracilis* Nal., sondern als neue Art, die *Eriophyes essigi* benannt wurde.

starkem Befall die Ruten- und Blattgröße zurückgeht, doch niemals ein Absterben der Ruten beobachtet werden konnte. Ebenfalls gegen das Vorliegen einer von den Milben übertragenen Viruserkrankung spricht, daß erstens nur milbenbefallene Triebe einer Brombeerpflanze die beschriebenen Blattflecken haben und zweitens Wurzelschnittlinge der befallenen Pflanzen normal grünes Blattwerk entwickeln, wenn man sie getrennt von den Mutterpflanzen aufzieht. Während auf jungen Blättern befallener Pflanzen die Gallmilben stets vorhanden sind, können sie auf alten gefleckten Blättern fehlen. In letzterem Fall sind Verwechslungen mit Virusschäden leichter möglich.

## Morphologie

Während einer Vegetationsperiode finden sich Adulte, Nymphen, Larven und Eier an der Unterseite der gefleckten Blätter. Schon durch die braune Farbe des Cephalothorax und vorderen Abdominalteiles können Adulte von

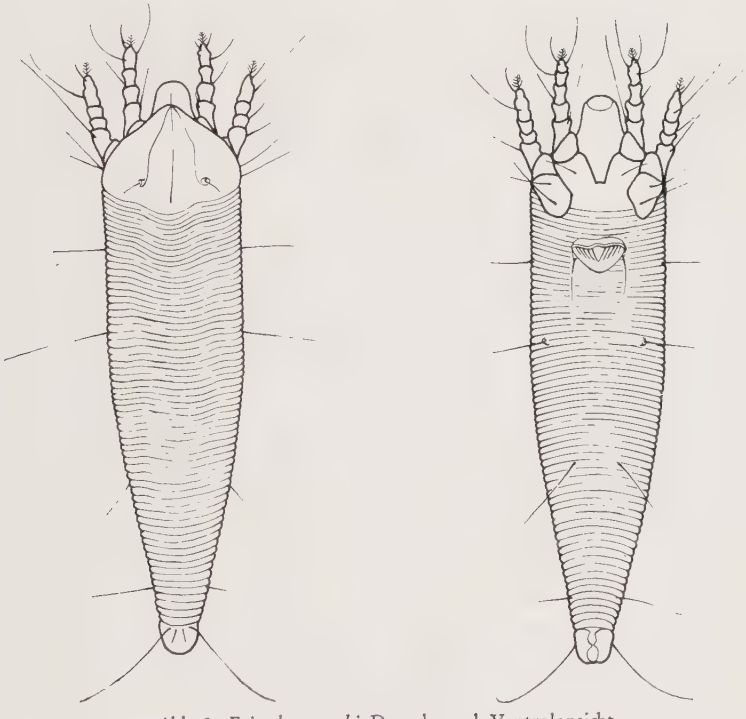

*Abb. 3. Eriophyes rubi* Dorsal- und Ventralansicht

den Nymphen und Larven unterschieden werden. Andere Unterscheidungsmerkmale und taxonomische Daten können nur an eingebetteten Tieren beobachtet werden Die verschiedenen Einbettungsmedien beeinflussen und verändern stark die Körperlänge und Breite. Die folgenden Meßwerte wurden von *Eriophyes rubi* erhalten, die in aqua dest. eingebracht wurden. Gegenüber in Luft liegenden Tieren ist bei Wasser die geringste Abweichung fest-

zustellen. Die Verdunstung an den Deckglasrändern wurde durch Bestreichen des Randes mit Kanadabalsam vermieden. Die so eingebetteten Gallmilben sind nur wenige Wochen ohne Fäulnis haltbar. Während dieser Zeit sind die Präparate lichtstark und klar.

Der spindelförmige Körper der weiblichen Adulten hat eine Gesamtlänge von 70–190 µ. Am häufigsten ist eine Länge von 150 µ. Ihre Breite schwankt zwischen 36–60 µ. Häufig ist sie 45 µ. Die Höhe des Körpers, am Rand des Cephalothoraxschildes, ist meist 57 µ, kann aber auch zwischen 42–60 µ schwanken. Andere wichtige morphologische Daten sind nachstehend vermerkt:

| | | |
|---|---|---|
| Gesamtlänge: | 150 µ | |
| Gesamtbreite: | 45 µ | |
| Gesamthöhe: | 57 µ | |
| Gesamtringzahl: | 69 (dorsal) | |
| Fiederklaue: | 4-fiedrig | 6 µ |
| Kralle: | | 10 µ |
| Setae accessoriae: | | 7 µ |
| Setae caudales | | 54 µ |
| Setae ventrales III: | zwischen 5. und 6. Ring[2] | 20 µ |
| Setae ventrales II : | zwischen 23. und 24. Ring | 24 µ |
| Setae ventrales I : | zwischen 42. und 43. Ring | 36 µ |
| Setae laterales : | zwischen 54. und 55. Ring | 15 µ |
| Setae genitales : | zwischen 56. und 57. Ring | 21 µ |
| Setae coxales III : | Coxa des 2. Beinpaares | 30 µ |
| Setae coxales II : | Coxa des 1. Beinpaares | 21 µ |
| Setae coxales I : | Coxa des 1. Beinpaares | 9 µ |
| Setae dorsales : | vor dem Hinterrand des Cephalothoraxschildes, nach oben gerichtet | 4,5 µ |

| | |
|---|---|
| 6. Beinglied | 4,5 µ |
| 5. Beinglied | 4,5 µ |
| 4. Beinglied | 3,8 µ |
| 3. Beinglied | 4,5 µ |
| 2. Beinglied | 6,0 µ |
| 1. Beinglied | 2,3 µ |

Sternum ungegabelt
Rückenschild mit 4 Längslinien.

Die *Nymphen* haben eine Länge von 100 µ, Breite von 39 µ und eine Höhe von 30 µ.

Die *Larven* sind 72 µ lang, 30 µ breit und 27 µ hoch. Vor der Ablage hat das *Ei* im Ovarium eine Größe von 31 × 33 µ, nach der Ablage aber 36 × 39 µ.

### Fundstellen und Wirtspflanzen

Zur Klärung der Frage, ob es sich bei dem Fund in Bruchsal nur um eine einmalige Befallsstelle handelt oder die Milbenart so häufig ist, daß sie in die Pflanzenschutzmaßnahmen mit einbezogen werden müßte, wurden verschiedene Stellen um Bruchsal, Heidelberg, Mannheim, Calw, Annweiler und

[2] Ringzählung beginnt caudal.

Mudau nach ihr abgesucht. Sehr große Milbenpopulationen wurden an vier verschiedenen Standorten um Bruchsal und einem Standort bei Mannheim-Neuhermsheim gefunden. An den Südhängen des Muschelkalkgebietes um Bruchsal lag der Milbenbesatz das ganze Jahr über sehr hoch, ebenso in Neuhermsheim. An den übrigen Fundorten, Heidelberg-Wieblingen, Trifels bei Annweiler, Calw und im Forstbezirk Pfalzgrafenweiler dagegen niedrig.

Bevorzugt befällt *Eriophyes rubi Rubus caesius,* die Kratzbeere, *Rubus thyrsoideus,* die straußblütige Brombeere und auch gelegentlich die Kultursorten der Brombeere, wenn sie in der Nähe von milbenbefallenen Wildbrombeeren wachsen.

## Biologie

Die Überwinterung der weiblichen Adulten erfolgt wie bei *Aceria gracilis* Nalepa in Vielzahl an der Basis der Knospenaußenseite und zwischen den Deckschuppen. Bereits mit dem Einsetzen der Nachtfröste sinkt die Vermehrungsziffer. Die Weibchen besiedeln nicht mehr ausschließlich die Blattunterseite, sondern wandern zur Blattbasis ab. Von dort kriechen sie in den Spalt, der zwischen Knospenbasis und Langtrieb entsteht und schließlich in das Knospeninnere. Während dieser Zeit fehlen Eier, Larven und Nymphen. Im Winter 1958/59 war dies von Anfang November 1958 bis Mitte April 1959 der Fall. Da die Brombeertriebe im Vergleich zu den Himbeertrieben viel länger in den Spätherbst hinein ihre Blätter behalten, sind auch die Milben länger auf ihnen zu finden. Die Brombeerknospen entfalten sich im Frühjahr 1959 Ende März. Zu diesem Zeitpunkt sind an kleinen Blättchen nur einzelne Alttiere vorhanden. Einen halben Monat später, bei voller Entfaltung der Blätter, setzt die Hauptablage von Eiern und die Larvenentwicklung ein. Die Besiedlungsdichte steigt rasch an und erreicht bereits Anfang Mai, bei stark gefleckten Blättern, einen mittleren Wert von 43 Milben pro $cm^2$ Blattfläche. Während des warmen Sommerwetters im Juni 1959 steigt die Population auf den Höchstwert von 80 Milben pro $cm^2$ Blattfläche. Mit der Wachstumsstockung der Brombeeren im Juli fällt der Besatz an Gallmilben auf einen Minimalbetrag ab und steigt im August noch einmal auf 62 Milben pro $cm^2$ Blattfläche an. Von diesem Zeitpunkt an erfährt die Population eine stetige Minderung, bei 49 Gallmilben im September und 36 Milben pro $cm^2$ Blattfläche im Oktober. Diese Schwankungen in der Besiedlungsdichte gehen mit dem Wachstumsrhythmus der Brombeerpflanzen parallel und deuten darauf

*Tabelle 2*

**Besiedlungsdichte (Mittelwert pro $cm^2$ Blattfläche) von Eriophyes rubi an der Unterseite der Blätter der Langtriebe von Rubus thyrsoideus, apical Blatt 1, basal Blatt 7, Standort Bruchsal**

| | Juni | Juli | August | September | Oktober | November |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Blatt 1 | 24,6 | 35,6 | 23,3 | 49,0 | 9,0 | 2,3 |
| Blatt 2 | 63,4 | 8,0 | 49,3 | 3,5 | 7,6 | 4,2 |
| Blatt 3 | 80,1 | 0,5 | 62,6 | 2,0 | 28,4 | 13,5 |
| Blatt 4 | 42,1 | 0,3 | 28,5 | 0,4 | 36,0 | 26,1 |
| Blatt 5 | 0,7 | 0,1 | 14,0 | 1,0 | 20,3 | 17,4 |
| Blatt 6 | 0,3 | 0,6 | 21,2 | 0,2 | 19,2 | 33,7 |

hin, daß wohl der wesentlichste Faktor für den Bevölkerungsanstieg der Anstieg des Pflanzenstoffwechsels ist. Besonders für die Bekämpfung ist es wichtig zu wissen, an welchen Stellen der Langtriebe sich bevorzugt Gallmilben aufhalten. Es wurden deshalb bei einer Anzahl von Brombeerhecken die Blätter von der Rutenspitze zur Rutenbasis zu monatlich entfernt und der Besatz an Milben pro $cm^2$ Blattfläche ausgezählt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 enthalten. Mit Blatt 1 wurde das jüngste, mit Blatt 2 das etwas ältere und so fort die weiteren Blätter eines Langtriebes bezeichnet. Deutlich erkennt man, daß während der Sommermonate schon vom 5. Blatt an nur vereinzelte *Eriophyes rubi* sich an der Blattunterseite vorfinden. Der Hauptbefall trifft die jüngeren, noch mehr oder weniger stark wachsenden Blätter. Gegen den Winter zu verschiebt sich das Besiedlungsmaximum gegen die Rutenbasis. Es tragen dann auch die älteren Blätter zahlreiche Milben.

Der wichtigste Feind von *Eriophyes rubi* n. sp. an *Rubus caesius* und *Rubus thyrsoideus* ist *Typhlodromus aberrans* Oudemans[3]. Für eine natürliche Bekämpfung von *Eriophyes rubi* sind sie, nach eigenen Beobachtungen, wohl deshalb nicht geeignet, weil ihr Vermehrungsmaximum in die warmen Sommermonate fällt, in eine Zeit, während der Blattschäden schon vorhanden sind und die Gallmilbenpopulationen sich verkleinern. Während der Sommermonate sind *Typhlodromus aberrans* Oudemans häufig die Ursache, daß junge Blätter nur von wenigen Gallmilben besiedelt sind.

## Zusammenfassung

Eine neue *Eriophyes*art von *Rubus caesius* und *Rubus thyrsoideus* wurde morphologisch und biologisch untersucht. Sie ist *Eriophyes gibbosus* Nalepa und *Aceria silvicola* Canestrini ähnlich, unterscheidet sich aber doch in der Zahl der Dorsalringe, der Körperform, der Schildform und Zeichnung, der Genitalklappenzeichnung, der Gesamtlänge und Breite, der Ansatzstelle und Länge der Setae von den beiden Eriophyinae. Gleich ist die Zahl der Fiedern an der Fiederklaue bei *Eriophyes rubi* und *Aceria silvicola*. Da nur *Eriophyes rubi* nach oben zeigende Dorsalsetae hat, gehört sie zu einer anderen Gattung als *Aceria silvicola* Canestrini. Ganz besonders unterscheiden sich die Saugstellen von *Eriophyes rubi* und den beiden morphologisch ähnlichen Arten dadurch, daß nur die von *Eriophyes rubi* frei von den starken Haarbildungen bleiben. Die Saugschäden von *Eriophyes rubi* und *Aceria gracilis* Nalepa sind gleich. Auch den Blattschäden der Brombeer-Mosaik-Virose können sie zum Verwechseln ähnlich sehen. Nur mit Milben besetzte Zweigteile weisen aber die Schäden auf. Wurzelschnittlinge sind stets symptomfrei. Innerhalb der *Eriophyes*population lebt *Typhlodromus aberrans* Oudemans und vermindert diese besonders während der Sommermonate stark.

## Summary

A new species of *Eriophyes* from *Rubus caesius* and *R. thyrsoideus* was studied morphologically and biologically. It is similar to *Eriophyes gibbosus* Nalepa and *Aceria silvicola* Canestrini but differs from both in the num-

[3] Für die freundliche Bestimmung der Art danke ich Herrn Dr. G. Owen Evans, London, herzlich.

ber of dorsal rings, the body form, the form and markings of the shield, the markings of the genital cover flap, the total length and breadth and the position and number of the setae. The number of branches on the feather claws is the same in *Eriophyes rubi* and *Aceria silvicola* but as only the former has dorsal longitudinal furrows on the abdomen it belongs to a different genus from the latter. The feeding areas of *E. rubi* differ markedly from those of the two morphologically similar species in that they remain free from hair formations. The damage caused by *E. rubi* and *Aceria gracilis* Nalepa is similar and the leaf damage by raspberry mosaic virus is comparable. Only portions of twigs infested by mites, however, show damage, root cuttings are always symptom free. *Typhlodromus aberrans* Oudemans lives amongst the Eriophyids and greatly reduces their numbers particularly in the summer.

## Literatur

1. Alcorn, S. M., Wilhelm, S. and H. E. Thomas: A mosaic disease of Himalaya blackberry. Phytopathology **45**, 272–274 (1955).
2. Domes R.: Zur Biologie der Gallmilbe *Eriophyes gracilis* Nalepa. Ztschr. angew. Ent. **41**, 411–424 (1957a).
3. Domes, R.: Ursachen für das ungleiche Ausreifen von Himbeeren. Beitr. Entomologie **7**, 263–267 (1957b).
4. Essig, E. O.: The blackberry mite, the cause of Redberry Disease of the Himalaya blackberry, and its control. Calif. Agric. Expt. Sta., Bull. **399**, 10 (1926).
5. Krott, G.: Die Eriophyiden von Erlangen, Mittelfranken. Diss. Erlangen 1952.
6. Nalepa, A.: Eriophyiden, Gallmilben. Zoologica **24**, 167–294 (1924).

# Holzbrütende *Scolytidae* und *Platypodidae (Col.)* an *Pinus*-Arten in Mittelamerika

9. Beitrag zur Forstentomologie Mittelamerikas

Von F. Schwerdtfeger

*Mit 5 Abbildungen*

Arten der Gattungen *Gnathotrichus* Eichh., *Xyleborus* Eichh. und *Platypus* Herbst, die im Holze brüten, sind in großer Zahl aus Mittelamerika bekannt geworden (Blackwelder); die meisten von ihnen leben in Laubhölzern. An Kiefern fand ich lediglich 5 Arten.

## Gnathotrichus sulcatus Leconte

Die Art wird von Blackwelder für Mexiko, aber nicht für das eigentliche Mittelamerika genannt. Neuerdings hat Schedl (1955) die von Blandford beschriebene und aus verschiedenen Gebieten der Hochlagen Guatemalas bekannte Art *G. consentaneus* Blandf. als synonym mit *G. sulcatus* Lec. erklärt. Damit dürfte die auffallende Tatsache, daß sowohl G. Becker (1953, S. 362) als auch ich nur *G. sulcatus*, aber nicht den aus dem Gebiet beschriebenen *G. consentaneus* fanden, ihre Aufklärung gefunden haben.

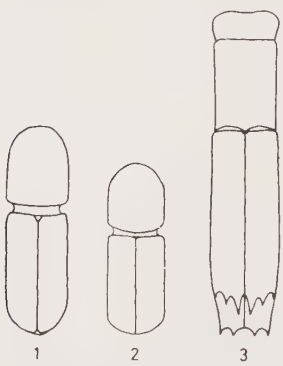


*Abb. 1.* Habitusbilder von 1 *Gnathotrichus sulcatus*, 2 *Xyleborus scopulorum*, 3 *Platypus quadridens*. Vergr. 7/1

Der schmale, langgestreckte, hell- und dunkelbraun gefärbte *Käfer* mißt 3,2 bis 3,6 mm (Abb. 1). Becker (1953) gibt als Körperlänge 3–4 mm, Chamberlin (1939) für weibliche Stücke 3,5 mm an.

Die Käfer bohren sich in zunächst radialer Richtung durch die Rinde in das Holz ein. Die kreisrunden *Bohrlöcher* haben einen Durchmesser von etwa 1,3 mm (Abb. 2). Das aus ihnen austretende Bohrmehl, welches die weißliche Farbe des Holzes besitzt, macht den Befall leicht erkennbar. Da die eindringenden Käfer dünne Rindenstellen, an dickborkigen Nadelhölzern also die Rindenrisse bevorzugen, zeigen – worauf schon Becker hingewiesen hat – die Einbohrlöcher nach dem Entrinden des Stammes eine eigentümliche, Reihen bildende Anordnung. Der *Muttergang* hält die radiale Richtung ein, oder er biegt in anderer Richtung um; von ihm gehen Zweiggänge ab, die in der Regel den Jahresringen folgen (Abb. 3). Nach Chamberlin werden gewöhnlich vier Zweiggänge gebildet, die eine Länge von 10 bis 25 cm erreichen. Sie liegen sämtlich in der gleichen Ebene senkrecht zur Faserrichtung. In einiger Entfernung vom Einbohrloch beginnt das Weibchen, in Richtung der Holzfaser, am stehenden Stamm also nach oben und unten, *Einischen* anzulegen. Ein am 28. September 1951 geöffneter Gang war 30 mm lang und wies am Ende zwei Eigruben auf (Abb. 4); offenbar hatte die Eiablage eben erst begonnen. Am

10. Oktober war ein weiterer geöffneter Gang 60 mm lang mit einer nicht weiter verfolgten Abzweigung bei 26 mm; er besaß Einischen bei 13, 14, 15, 20, 23 und 53 mm, vom Eingang in das Holz gemessen; die Abstände der Eigruben waren also sehr unterschiedlich. In der dritten Grube befand sich eine frischgeschlüpfte, eingetrocknete Larve, in der vierten ein geschrumpftes Ei; die anderen Gruben waren leer. Vielleicht war ihr Inhalt beim Zerschneiden und Spalten des Holzes zerstört worden. In anderen, angeschnittenen Gängen wurden winzige Larven gefunden, aber noch keine Erweiterungen der Einischen. Infolge der raschen Austrocknung des im Zimmer aufbewahrten Holzstückes wanderten die Käfer aus und setzten ihre Eiablage nicht fort; so war eine weitere Beobachtung nicht möglich. Bei ungestörter Entwicklung fertigen die Larven kurze, ihrer Körpergröße entsprechende, bis 5 mm lange und zylindrische *Larvengänge*, die beiderseits vom Muttergang in Faserrichtung abgehen und das für viele Holzbrüter charakteristische Fraßbild einer einholmigen Leiter ergeben (Abb. 5). Entsprechend der unterschiedlichen Anlage der Eigruben und beeinflußt durch wechselnd große Ei- und Larvensterblichkeit schwankt der Abstand der Leitersprossen sehr, zwischen Bruchteilen eines Millimeters und vielen Millimetern. Abb. 5 zeigt (unten) das Stück eines Muttergangs, von dem auf 6 mm Länge nach oben 4 und nach unten 2 Larvengänge abgehen; da die Larvengänge etwas mehr als 1 mm breit sind, schmelzen die Wände zwischen den oberen 4 Larvengängen zu dünnen Lamellen zusammen. Demgegenüber mißt die größte Entfernung zwischen zwei Larvengängen in dem darüber befindlichen Fraßbild 6 mm. Als durchschnittliche Entfernung der Larvengänge kann man 2 mm ansehen. Die Wände der Fraßgänge sowie ihre Umgebung sind durch Ambrosiapilze, welche an ihnen wachsen und den Larven zur Nahrung dienen, schwärzlich verfärbt.

*Abb. 2.* Einbohrlöcher von *Gnathotrichus sulcatus* auf der Oberfläche des Holzkörpers einer *Pinus rudis*. Das Holz ober- und unterhalb der Eingänge, also in Richtung der Faser, beginnt sich zu verfärben. Vergr. 2/1. Bei Quezaltenango, 2500 m. 28. 9. 1951

Zur *Phänologie* vermerken Doane et al. für Nordamerika, daß man Larven, Puppen und Käfer fast zu jeder Jahreszeit antreffen könne; eine regelmäßige Brutenfolge sei nicht zu erkennen. Dasselbe dürfte für Mittelamerika gelten. Becker fand Imagines jederzeit während seines Aufenthaltes in Guatemala von März bis Mai 1951; von mir wurden Käfer in den Monaten Juli, September und Oktober 1951 sowie März 1952 gesam-

*Abb. 3.* Muttergangsystem von *Gnathotrichus sulcatus*. Nach Doane et al.

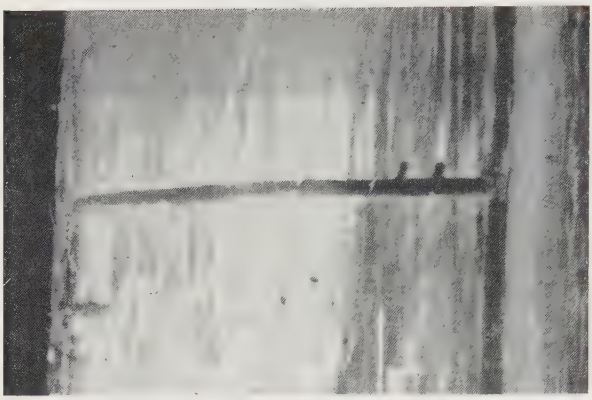

*Abb. 4.* Muttergang mit Eigruben von *Gnathotrichus sulcatus* im Holz einer *Pinus rudis*. Vergr. 2 1. Bei Quezaltenango, 2500 m. 28. 9. 1951

melt, ohne daß damit gesagt werden soll, daß sie in den Zwischenzeiten nicht anzutreffen waren.

Die Art hat ein sehr weites *Vorkommen*. Es reicht von British Columbia in Kanada über die Weststaaten der USA und Mexiko bis nach Guatemala. In diesem Lande wurde *G. sulcatus* an den verschiedensten Orten in Hochlagen zwischen 2200 und 3300 m gefunden (Becker, Schedl). Als Wirtsbäume sind zahlreiche Koniferenarten bekannt; Schedl, der eine lange Wirtsliste bringt, nimmt an, daß alle im Verbreitungsgebiet der Art vorkommenden wichtigeren Nadelhölzer bebrütet werden. In Guatemala fand ich als Wirtsbaum vorwiegend *Pinus rudis* Endl., daneben je einmal *P. tenuifolia* Benth. und *P. montezumae* Lamb. Becker gibt darüber hinaus noch *P. pseudostrobus* Lindl. an.

Nach der nordamerikanischen Literatur befällt der Käfer verletzte, sterbende, jüngst abgestorbene und frischgefällte Stämme; Swaine vermerkt, daß er seltener auch augenscheinlich gesunde Bäume angehe. Ich fand die Art vor allem in Kiefern, die von *Dendroctonus adjunctus* Blandf. befallen waren und noch lebten, sodann in stehend abgestorbenen Stämmen, in feuergeschädigten Bäumen, in frischgefällten Stämmen, in einem abgehauenen Ast und in Stubben. In keinem Fall konnte primäre Infektion festgestellt werden, doch wurden offensichtlich Stämme und Stammstücke gewählt, deren Splintholz noch saftfrisch war. Demnach dürfte die *forstliche Bedeutung* von *G. sulcatus* in physiologischer Hinsicht gering sein. Bemerkenswert sind jedoch die von ihm verursachten technischen Schäden, besonders wenn die von den Fraßgängen ausgehenden Bläuepilze das Holz in größerem Ausmaß verfärben.

### Xyleborus scopulorum Hopkins

Die Art war bisher für Mittelamerika nicht bekannt; erst Becker fand sie 1951 an verschiedenen Orten in Guatemala (Schedl 1955, S. 47).

Der zylindrisch geformte *Käfer* ist nach Becker (1953) 2,7 bis 3,3 mm, das Weibchen nach Chamberlin 2,75 mm lang. Er wirkt gedrungener als die vorgenannte Art (Abb. 1).

Das *Fraßbild* entbehrt der Einischen und besonderer Larvengänge und besteht ausschließlich aus zylindrischen Gängen, die in einer Ebene senkrecht zur Faserrichtung liegen, sich verzweigen und entsprechend der geringen Größe der Käfer winzige Durchmesser aufweisen. Die ebenfalls kleinen Einbohrlöcher, die namentlich beim Entrinden des Stammes sichtbar werden,

haben den Namen Pinhole Borer, Stecknadel-Loch-Bohrer, veranlaßt, den die Gattung in Nordamerika trägt. In den Gängen wachsen Ambrosiapilze, unter deren Einfluß sich die Gangwände und das umgebende Holz schwärzlich färben.

Das *Vorkommen* der Art erstreckt sich von den westlichen Küstenstaaten der USA über Arizona und Mexiko bis nach Guatemala. Hier wurde sie von Becker (1953) in Höhenlagen zwischen 1800 und 2300 m, von mir bei Quezaltenango in 2500 m Höhe gefunden. In allen Fällen war Wirtsbaum *Pinus rudis* Endl. Schedl (1955) gibt für das Verbreitungsgebiet nördlich von Mittelamerika 4 weitere *Pinus*-Arten an und hält *X. scopulorum* für ein typisches Kieferninsekt. Der Käfer befällt absterbende und tote Stämme mit noch saftfrischem Holz.

*Abb. 5.* Leiterartige Fraßbilder von *Gnathotrichus sulcatus* in *Pinus rudis*. Vergr. 3/1. Cerro Quemado bei Quezaltenango, 2700 m. 11. 3. 1952

### Xyleborus mascarensis Eichhoff

Die Art ist bei Blackwelder nicht genannt. Auch die Arten *X. perforans* Woll., *X. subaffinis* Eggers und *X. fuscobrunneus* Eichh., die nach Schedl (1955) mit *X. mascarensis* Eichh. zusammengefaßt werden müssen, sind nicht für Mittelamerika vermerkt.

Der *Käfer* ist etwas kleiner als der vorgenannte und 2,5–2,9 mm lang. Aus der Beobachtung, daß ein Stück abends im Zimmer aus einem mitgebrachten Ast an die brennende Lampe flog, mag geschlossen werden, daß er Dämmerungs- und Nachtflieger ist; doch bedarf der vereinzelte Befund der Bestätigung.

Das *Vorkommen* der Art wurde festgestellt in Guatemala an einer *Pinus tenuifolia* Benth. in der Finca La Concepción bei San Juan Sac. in 1700 m Höhe; an einer *P. hondurensis* Loock bei Poptún in 550 m Höhe; in Honduras an einer *P. oocarpa* Schiede in der Finca Sta. Elena bei Tegucigalpa in 1500 m Höhe. Die Fundorte liegen also niedriger als diejenigen von *X. scopulorum*. Nach Schedl ist *X. mascarensis* der gemeinste Borkenkäfer der Tropen, dessen Verbreitungsgebiet stellenweise auch in subtropische Regionen ausstrahlt, und zu dessen Speisekarte praktisch alle tropischen Holzarten, Laub- und Nadelhölzer zählen.

In den von mir beobachteten Fällen war das Auftreten des Käfers durchaus sekundär: er fand sich in Bäumen, die infolge von Befall durch andere Scolytiden abgestorben oder stark durch Feuer geschädigt waren.

### Platypus quadridens Schedl

Die Art war bislang nur aus Mexiko bekannt (Blackwelder, Schedl). Becker fand sie erstmalig in Guatemala.

Der *Käfer* ist 5–6 mm lang. Von den vorbeschriebenen Scolytidenarten unterscheiden diese und die nachfolgende Spezies sich durch die bekannten

Platypodidenmerkmale: den breiten, vom Halsschild nicht bedeckten Kopf, das walzenförmige, vorn gerade abgestutzte Halsschild, die deutlichen Fortsätze am distalen Ende der Elytren (Abb. 1).

Das *Fraßbild* entspricht zunächst dem von *Xyleborus,* indem es lediglich aus zylindrischen Gängen besteht, die sich verzweigen können und vorwiegend in einer Horizontalebene quer zur Holzfaser verlaufen; doch ist das Lumen der Gänge entsprechend der Körpergröße der Tiere weiter. Bei anderen *Platypus*-Arten ist festgestellt, daß die Larven sich in diesen Gängen entwickeln, jedoch wenn sie ausgewachsen sind, zur Verpuppung kurze leitersprossenähnliche Gangstücke in Faserrichtung nach oben und unten fertigen, so daß dann das Fraßbild demjenigen von *Gnathotrichus* ähnelt. Es ist anzunehmen, daß dieser Entwicklungsverlauf auch für *P. quadridens* zutrifft.

Sein *Vorkommen* wurde festgestellt von Becker an verschiedenen Stellen von Guatemala in 2200 bis 2600 m Höhe an *Pinus rudis;* von mir im gleichen Lande an der StraßeTotonicapán – Sta. Cruz Quiché an *P. pseudostrobus* und bei Quezaltenango an *P. rudis,* beide Orte in 2500 m Höhe. Nach Becker flogen die Käfer im Mai frischgefälltes Holz und frische Stubben an, wobei sie zum Teil in starkem Harzfluß festklebten. Ich fand die Käfer vorwiegend in Stämmen, die schon seit längerem von *Dendroctonus adjunctus* Blandf. befallen oder bereits abgestorben waren, hier in Gemeinschaft mit *Ips plastographus* Lec. und *Cossonus xylophilus* Boh.

### Platypus tremiferus Chapuis

Die Art war bisher lediglich aus dem südlichen Teil von Nordamerika, und zwar aus Louisiana und Texas bekannt (Schedl).

*Platypus tremiferus* wurde nur an einem Ort, bei Poptún im guatemaltekischen Departamento El Petén bei 550 m Höhe gefunden. In einem Falle hatte er sich in eine feuergeschädigte, absterbende, aber noch grüne Nadeln tragende und bastfrische *Pinus hondurensis* eingebohrt; im gleichen Stamm war *Ips interstitialis* Eichh. bei der Eiablage. In dem anderen Fall handelte es sich um eine kürzlich gefällte Honduraskiefer, deren Nadeln zum Teil noch grün, aber im Abfallen begriffen waren; der Stamm war besiedelt von *Ips interstitialis* Eichh. und *Ips cribricollis* Eichh.; im oberen, dünnrindigen Teil fand sich auch *Platypus tremiferus.*

## Zusammenfassung

Beobachtungen über Bionomie, Ökologie, Vorkommen und forstliche Bedeutung von 5 holzbrütenden Scolytiden und Platypodiden werden mitgeteilt, die an *Pinus*-Arten in Mittelamerika gefunden wurden. Es sind dies *Gnathotrichus sulcatus* Lec., *Xyleborus scopulorum* Hopk., *X. mascarensis* Eichh., *Platypus quadridens* Schedl und *P. tremiferus* Chap.

## Summary

Observations on the bionomics, ecology, distribution and economic importance of 5 species of Ambrosia Beetles found in Pine trees in Central America

are described. The species are *Gnathotrichus sulcatus* Lec., *Xyleborus scopulorum* Hopk., *X. mascarensis* Eichh., *Platypus quadridens* Schedl and *P. tremiferus* Chap.

## Literatur

Becker, G.: Einige Beobachtungen über holzzerstörende Insekten (Termiten und Käfer) in Guatemala. Z. ang. Entomologie 35, 1953, 339–373.

Blackwelder, R. E.: Checklist of the Coleopterous Insects of Mexico, Central America, The West Indies, and South America. Part 5. Washington 1947.

Blandford, W. F. H.: *Scolytidae.* In: Biologia Centrali-Americana. *Coleoptera.* Vol. IV, Part 6, 81–298, 1895.

Chamberlin, W. J.: The Bark and Timber Beetles of North America. Corvallis, Oregon. 1939.

Doane, R. W., van Dyke, E. C., Chamberlin, W. J., Burke, H. E.: Forest Insects. New York-London 1936.

Schedl, K. E.: Die Kiefern-Borkenkäfer Guatemalas. Z. ang. Entomologie 38, 1955, 1–48.

Schwerdtfeger, F.: Los Pinos de Guatemala. Roma 1953.

Swaine, J. M.: Canadian Bark-Beetles. Part II. Ottawa 1918.

# Further Observations on European *Dreyfusia (Adelges-)* Populations

(Mit einem Nachwort von J. Franz und H. Karafiat)

Von H. Pschorn-Walcher und H. Zwölfer

*Mit 1 Abbildung*

## A. Introduction

Reviewing recent investigations by Franz (1954, 1958) and Karafiat and Franz (1956) on the role of predators as mortality factors of *Dreyfusia (Adelges)* spp. Pschorn-Walcher and Zwölfer (1958) have brought forward some arguments against the methods (serial plotting and serial photographs) and conclusions of the forenamed authors. The main objections have been: a. lack of information on the predator density, b. lack of correlation between the main periods of predator activity and the decline of population presumably caused by predation in several instances, c. methodical difficulties in assessing caged populations by means of serial field countings and photographs[1].

In an extended reply to our arguments Franz and Karafiat (1958) have communicated details indicating the limited value of their plotting method at higher population densities and of photographic records of aphids hidden under wax-wool. Since, on the other side, the taxonomic status of the *Dreyfusia* population studied by Karafiat and Franz (1956) has still remained in doubt in their reply and since neither complete information on the intensity, spread, and duration of the Odenwald-infestation nor further examples of populations trends, taken from the large number (39) of their serial plottings, have been made available, we were very glad to have had an invitation for a personal discussion at the „Institut für biologische Schädlingsbekämpfung" at Darmstadt. This meeting also provided an opportunity for a demonstration of the method of plotting used by Dr. H. Karafiat and for a visit to the investigation area at Knoden (Odenwald) under the guidance of Dr. J. Franz.

The visit has indicated that the general situation of the *Dreyfusia* infestation and its predator complex in the fir plantations of the Odenwald differ in several respects from that in the indigenous silver fir forests of middle Europe studied by us since 1954.

In order to demonstrate these differences, a short outline of what we believe to be the *typical* aspect of *Dreyfusia* outbreaks and of the predator complex may be useful. As a basis for such a generalization we shall first give a review of our investigations, surveys, and collections (fig. 1) and in

[1] These questions have also recently been dealt with in publications of E. Merker (Z. ang. Ent., 43, 1959, 418–431) and of J. Franz (Z. ang. Ent., 44, 1959, 310–313).

addition, some further observations on the taxonomic status and the distribution of the European species of *Dreyfusia*. Finally, in discussing several points in the reply of FRANZ & KARAFIAT (1958), we hope to make a contribution to a more generally valid interpretation of the population dynamics of the silver fir woolly aphids.

## B. Investigations, collections, and surveys, (1954-58)

The observations and conclusions outlined in former papers (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1956, 1958, PSCHORN-WALCHER and KRAUS, 1958) and re-examined on a broader basis in the following chapters have been derived mainly from the sources listed below[2].

### a. Permanent observations areas (see fig. 1)

10 large observation cages artificially infested with *D. piceae* Ratz. at 2 localities near Winterthur (Switzerland), 1954–1958. For details see PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER (1958). Observation and counting plots on 12 firs of different age in 10 different localities in north-eastern Switzerland, 1955–1956. Trees were infested by *D. nüsslini* C.B., f. *schneideri* and *typica*, and by *D. piceae*. 8–12 controls per year, total number of aphids examined (general condition, instar, egg number, etc.): 17,388. – Observation stands, each with about 30 infested trees at 2 localities near Winterthur and Zürich, infested by *D. nüsslini schneideri* and *D. piceae*, 1955–1958. 2 controls during spring, 2 controls during fall generation. – 111 small cages with successful artificial infestations at 7 different localities in north-eastern Switzerland, with infestations of *D. nüsslini schneideri* and *D. piceae*, 1955–1956. 4 controls during each generation.

### b. Collections (see fig. 1)

In the collection periods listed below we have almost daily been in the forests, and thus have obtained a fairly detailed picture of onset, development, and termination of host and predator infestations.

1954: May/June, Aug./Sept., regular collections at 19 localities in N. Switzerland, of about 11 400 *Laricobius erichsoni* Rosenh., 21 400 *Pullus impexus* Muls., 4 040 *Cremifania nigrocellulata* Czerny, 7 000 *Aphidoletes thompsoni* Möhn, and 900 *Cnemodon* spp.

1955: May/June; regular collections at 16 localities in N. Switzerland of about 7 700 *Laricobius*, 1 400 *Pullus*, 300 *Aphidecta obliterata* L., 150 *Cremifania*, Sept.; collection near Freiburg i. B. (Black Forest) ob about 800 *Aphidoletes*.

1956: May/June; daily collections at 2 localities in S. Sweden of about 600 *Aphidecta*, 25 *Exochomus 4-pustulatus* L., 280 *Syrphus* sp., and 80 *Cremifania*. – June; collection near Freiburg i. B. of 80 *Cremifania*.

[2] Our work would not have been possible without the collaboration and stimulating suggestions of other entomologists active in this field. It was carried out under the direction of Dr. W. R. THOMPSON and Dr. F. J. SIMMONDS (Ottawa), with the guidance of Prof. L. P. MESNIL, and with the support of our colleagues Dr. V. DELUCCHI and cand. zool. K. CARL (Delémont). Dr. W. KLOFT (Würzburg) has undertaken physiological studies on the effect of *Dreyfusia* attack on our observation trees, while Prof. Dr. E. MERKER and particularly Dr. O. EICHHORN (Freiburg i. B.) have re-examined many of our samples by statistical and paperchromatographic methods. In the collection of predators the help of Dr. J. WEISER (Prague) and his staff and of Dr. J. PATOCKA and Dr. M. CAPEK (Banska Stiavnica), of Dr. Ing. K. KOTSCHY (Vienna), of Dr. M. KRAUS (Erlangen), and of Dr. K. ADLUNG (Freiburg) has to be especially acknowledged. We wish also to express our gratitude to Dr. R. E. BALCH (Fredericton) and his staff, to Dr. F. J. CARROLL (Corner Brook), Dr. T. OUDEMANS (Schovenhorst), Dr. F. SCHREMMER (Vienna), and to Dr. B. HERTING (Münster) for supplying us with material and/or valuable information.

1957: May/June; regular collections at 2 localities in S. Sweden of 1 100 *Aphidecta* (by Dr. V. Delucchi), – June; regular collections near Presov (E. Slovakia) of 550 *Pullus*, 30 *Aphidecta*, and 47 850 *Aphidoletes*.

1958: May/June; regular collections at 2 localities in S. Sweden of about 750 *Aphidecta*, 30 *Cremifania*. – May; daily collections near Nuremberg (Germany) of 9 000 *Laricobius* on *Pineus strobi* (by K. Carl). – May/June; regular collections at several localities in eastern and middle Slovakia of about 12 000 *Laricobius*, 540 *Pullus*, 25 *Aphidecta*, 900 *Cremifania*, 47 700 *Aphidoletes*, 2 000 *Leucopomyia obscura* Fall. – September; regular collections at several localities in Slovakia of about 105 000 *Aphidoletes*.

*Abb. 1.* Outline map

Thus, a total of about 67 000 Coleoptera (belonging to 4 species) and 216 000 Diptera (belonging to 5 species) has been collected by the authors and/or their colleagues during the last five years[3].

### c. Surveys

In order to select areas suitable for collections and for comparative investigations a large number of extended scouting and survey were necessary (fig. 1). During this work the authors have visited infested stands in many regions of the natural distribution area of *Abies alba* as well als numerous plantations elsewhere in Europe. In detail, infested stands have been examined in the following countries:

*Switzerland:* north of the Alps (N. E. Switzerland, Swiss Jura, Rhine-valley, Vaud), 76 stands; south of the Alps (Tessin), 3 stands.
*France:* Vosges, 10 stands.
*Germany:* Black Forest, Southern Bavaria, northern Westphalia, 19 stands.
*Holland:* Schovenhorst, 1 stand.
*Austria:* Salzbourg, Upper Austria, Vienna-Forest, eastern and western Styria, 15 stands.
*Czechoslovakia:* Middle and eastern Slovakia, 18 stands.
*Sweden:* Lake Vettern area, Boxholm, Hörby, 11 stands.

With the support of the Canadian Forest Biology Division the first-named author had also the opportunity to complement his European experiences with visits to several *Dreyfusia* infestations on balsam fir *(Abies balsamea)* near Fredericton (New Brunswick) in 1956, and near Corner Brook and Stephensville (Newfoundland) in 1957.

## C. Further notes on the taxonomy and distribution of *Dreyfusia* spp.

As recent investigations, especially those by Eichhorn (1957, 1958) (see also chapter II, C, of Pschorn-Walcher and Zwölfer, 1958), have shown, four species of *Dreyfusia* can be distinguished in Europe on morphological, biological, and paperchromatographical characters. Among these a

[3] In the year 1959 the following numbers of predators were shipped from the Black Forest to Canada: 18 620 *Laricobius* (11 600 of which from Slovakia), 10 500 *Pullus*, 1 150 *Aphidecta*, 1 950 *Cremifania*, 514 900 *Aphidoletes*, and 350 *Leucopis sp. cf. griseola*. In total, about 733 000 Diptera and 97 000 Coleoptera have been submitted to Canada between 1954–1959.

close similarity exists in the chromatograms of *D. nüsslini* C. B. and *D. merkeri* Eichhorn, both showing also some resemblance in their biology and morphology. Even more striking is the morphological and chromatographical similarity between *D. piceae* Ratz. and *D. prelli* Grosmann; the latter species, however, is normally associated with *Abies nordmanniana* cultivated in parks and gardens, and its occurrence on *Abies alba* is still in question.

The *Dreyfusia* piceae populations injuring *Abies balsamea* in Canada exhibit, according to our investigations, a greater number of wax pores and a more pronounced chitinization of the neosistens larva, thus differing somewhat from our typical European form, and recalling rather in some respects the characters of *D. prelli.* Another American population from Oregon (Rudinsky, 1957), however, falls fully in the range of our *D. piceae, forma typica* (Eichhorn, i. l.). This is also true of the population in the Schovenhorst arboretum (Holland) (originally discovered by Balch) where *Dreyfusia piceae typica* has again been identified from *Abies balsamea, A. fraseri,* and *A. nobilis.* In the same locality, however, a heavy population of *D. prelli* has been observed (particularly in galls on Oriental spruce), and we are still uncertain whether or not this species has been involved in the considerable damage ("gout disease") caused to the above-mentioned American firs.

Further observations in southern Sweden in 1958, completing those already described by Pschorn-Walcher and Kraus (1958), have now also proved the presence there of *D. merkeri* Eichhorn, which on the island of Visingsö outnumbers both the other species put together, infesting both twigs of young firs and trunks of older trees. An intensive search for this species in the much larger and more heavily infested fir plantations of Mount Omberg, only 20 miles further north, has so far proved unsuccessful. *D. merkeri* can often be recognized even in the field since its adult sistentes are generally much less covered by wax wool than the corresponding stages of *D. nüsslini* or *D. piceae;* those developing on twigs sometimes even appearing to be "totally naked". In *D. merkeri* the proportion of winged individuals (progredientes alatae) is usually greater, and apterous progredientes are consequently less numerous, while the reverse case is true for *D. nüsslini.* Both these observations, originally made by Eichhorn (1957) in the Black Forest, have also proved to be valid in Sweden.

The population in the Odenwald (Germany), first thought to be *D. piceae* (Karafiat and Franz, 1956) belongs doubtless to *D. merkeri,* as Merker has already shown (1958). Karafiat and Franz (pers. comm.) seem to be in agreement with this view.

So far we have found only one European *Dreyfusia* population which does not fit easily into the classification recently developed. This form, living on young silver firs in a park in northwestern Germany, superficially resembles *D. merkeri* in its overall picture of infestation and in its reduced production of wax-wool (which is also to be found in some *prelli*-populations). But its average pore number is 35 in contrast to about 44 of *D. merkeri.* This number of pores is exactly the same as found in *D. prelli* or in the Canadian form of *D. piceae* (see Eichhorn, 1958, tab. 1) which, however, are usually found on different host plants.

With regard to this population it should be stated that the occurence of such varying, systematically difficult forms is not surprising in groups of organisms in which apogamy is the only or the chief mode of propagation

(comp. Dobzhansky, etc.). Concerning the Aphidoidea examples of this kind are given by Eastop (1952) for the Traminae, by Zwölfer (1958) for *Pemphigus bursarius* L. and related forms, etc. Since in parthenogenetically reproducing forms the genotype of each line is a closed system isolated from other similar ones, a greater tendency for splitting or for the development of aberrant populations can be expected.

In the genus *Dreyfusia* the situation is complicated by the juxtaposition of an obligatorily parthenogenetic form *(D. piceae)* and a number of species which are, at least in part, potentially capable of sexual reproduction. In central Europe, these species *(D. nüsslini, D. merkeri, D. prelli)* usually lack the primary host plant and are thus forced to pure parthenogenesis, but as again recently shown by Eichhorn (1957) the gall generation may still occur under certain conditions. Since in the view of modern genetics a parthenogenetic species cannot be equated to a bisexual one, the single members of the *Dreyfusia* group should accordingly represent different biological entities. From a theoretical point of view a consideration of this difference in future studies on *Dreyfusia* may perhaps reveal interesting aspects (variability, aberrations, polyploidy?, comp. Suomalainen, etc.). For the practical purpose of classification, however, such a consideration is irrelevant; the different species and forms presently established (Eichhorn, 1958, Pschorn-Walcher and Zwölfer, 1958) appear to be sufficiently separable and foundated on morphological, biological, and physiological criteria.

## D. The predators of *Dreyfusia* spp. in relation to the distribution area of *Abies alba*

### a. Predators of *D. piceae* in indigenous fir forests

A comparison of the predator complex of *D. piceae, forma typica* in Switzerland, eastern Austria (Schremmer, 1956) and Slovakia (fig. 1), – i.e. in widely separated parts along the west-east axis of the continuous area of autochthonous silver fir forests – shows that the composition of the predator fauna is fairly constant in spite of considerable climatic differences between the more maritime west and the rather continental east (Zürich region: mean January daily temperature, minus 1° C.; July, 18–19° C.; annual precipitation 1000–1200 mm. – Vienna Forest: Jan., minus 1–2° C.; July, 16–17° C.; prec. 700–800 mm. – Presov (Slovakia): Jan., minus 4–5° C.; July, 16–17° C.; prec., 700–800 mm.).

The set of dominant and subdominant predator species, as listed by Pschorn-Walcher and Zwölfer (1956) is completely represented in each of the three regions and even the order of importance of the 10–12 species concerned is only slightly modified.

The most numerous species is always *Aphidoletes thompsoni* whose larvae appear to be highly specialized to "stem attack" of *Dreyfusia* spp. Next in abundance comes apparently *Laricobius erichsoni.* This beetle, although very common in Switzerland, seems to be even twice as abundant in the Slovakian outbreaks. Usually the population density of *Pullus impexus, Cremifania nigrocellulata,* and *Leucopomyia (Neoleucopis) obscura* is somewhat lower. The coccinellid and the first-named fly were found to

be more common in the western infestation than in Slovakia. This is also true for *Cnemodon dreyfusiae* Del. a. Pschorn which species, however, is never as abundant as the others.

Among the subdominant predators associated with mass outbreaks of *D. piceae, Aphidecta obliterata, Syrphus lapponicus* Zett. (in previous publications recorded as *Syrphus arcuatus* Fall.) *Chrysopa prasina ventralis* Curt., and Trombidiid mites seem to be more or less equally distributed from east to west, while *Leucopis* sp. cf. *griseola* Fall. has been very scarce in recent years. Two species of Neuroptera, *Drepanopteryx phalenoides* L. and *Boriomyia 4-fasciata* Reut., are regularly associated with mass outbreaks of *D. piceae* in Austria and Slovakia, but almost never in Switzerland.

In an analogous way even highly specialized parasites of rather specific predators, as for example *Aphanogmus nigrofornicatus* Pschorn (ex *Aphidoletes)* and *Echthrolaricobius paradoxus* Perk. (ex *Laricobius),* are generally distributed from Switzerland to Slovakia.

### b. Predators of other *Dreyfusia* spp. in indigenous fir forests

*Dreyfusia nüsslini* is very widely distributed and economically important. This species occurs in two ecological forms: 1. *forma typica,* causing mainly "twig attack" on young firs, and 2. *forma schneideri,* associated with "stem attack" on older and mature firs. The predators preying on both forms are much less numerous, both, in species and in actual numbers, than those feeding on *D. piceae* (Franz, 1954, Pschorn and Zwölfer, 1956). *Aphidecta obliterata, Syrphus* sp. (probably *punctulatus* Verall or *cinctellus* Zett.), and *Chrysopa prasina ventralis* are found with the twig form, while *Laricobius, Pullus, Aphidecta* and *Chrysopa* occur on stems, however, never reaching the abundance found when they are in association with *piceae* infestations, even during mass outbreaks of this host. The bivoltine dipterous species playing an important role in the complex of *D. piceae* are only occasionally found with *D. nüsslini* (almost never on "twig attack"), an observation which may at least partly be explained by the usual lack of an autumn generation in this host.

The predator fauna of *D. merkeri* infestations attacking all age classes of indigenous firs in the German Black Forest has not yet intensively been studied. According to present findings all the typical *piceae*-predators also feed on „stem infestations" of *D. merkeri,* but the abundance of the individual species on "twig infestations" cannot yet be evaluated. The bivoltine life cycle of this host evidently permits a better adaptation of *piceae*-predators to the host species.

Still less known are the predators of *D. prelli* on *Abies nordmanniana.* In infestations of *prelli* developing within the inflorescences of this fir, pupae of a chamaemyid fly were frequently collected by Eichhorn and were identified by us as *Neoleucopis atratula* Ratz. Furthermore a few specimens of *Pullus impexus, Exochomus 4-pustulatus,* and *Chrysopa* sp. have been associated with "stem attack" by *D. prelli.*

### c. Predators of *Dreyfusia* spp. outside the indigenous silver fir area

Representative samples of the predator fauna from fir plantations outside the autochthonous fir region are available for *D. nüsslini* and *D. piceae* in Scotland (*Varty*, 1956), for *D. merkeri* in the Odenwald (Germany) (KARAFIAT and FRANZ, 1956), and for all three *Dreyfusia*-species from southern Sweden (PSCHORN-WALCHER and KRAUS, 1958). All three areas show in common a marked reduction in the number of predator species, and in the efficiency of some members of the complex.

In north-eastern Scotland *Aphidecta* is the dominant predator, accompanied by *Syrphus cinctellus* Zett. and some Neuroptera and Hemiptera of minor importance (VARTY, 1956). All the typical *piceae*-predators of autochthonous fir forests as listed above seem thus to be absent from this area.

The results of three years observations in Sweden show that the only important predators are *Aphidecta, Syrphus* sp. and (only in 1956) *Leucopomyia* (see also TRÄGARDH, 1932). *Cremifania* has been very rare during the whole of this period. *Aphidoletes* and *Cnemodon* have not yet been recorded with certainty, while *Pullus* and *Laricobius* (reaching only till Sleswick-Holstein, FRANZ, 1958) are definitely absent.

From the information available from the Odenwald it appears that *Laricobius* and *Pullus* are by far the most common species there while the dipterons (*Aphidoletes, Cremifania, Leucopomyia, Cnemodon)* are only rarely recorded. With regard to this KARAFIAT and FRANZ (1956) record an important difference between the Odenwald-infestation and the outbreaks in Upper Bavaria. In the latter area, situated already within the region of autochthonous fir forests, the influence of predators was also of importance during the fall generation of the host, while "in the Odenwald in the year 1954, in spite of a relatively high predator activity, the predators themselves have been so rare in August that countings on controls plots did not give regular results. In September the larval density of *Leucopomyia* raised but to 5.8 individuals per sq. dm. and in *Aphidoletes* to 0.7 per sq. dm." Compared with our observations in Switzerland and Slovakia these figures are rather insignificant since the corresponding value from our investigation areas are five times as great with *Leucopomyia* and more than 100 times as great with *Aphidoletes.* For the other three species from the Odenwald a similar comparison is not possible since the serial plottings of the prey undertaken by KARAFIAT and FRANZ are not accompanied by similar counts of the predator density.

In addition to the effect of isolation from the area of indigenous fir distribution, the relatively small numbers of predators in the Odenwald (and partly also in Sweden) may in our opinion have been influenced by the relatively low density of the host infestations which were on the average about half as dense as in our observation areas.

Summarizing, it can be stated that – as with *D. piceae* in Sweden – the Odenwald-area, with its medium infestation of *D. merkeri* and in addition with its other specific composition and density of the predator complex, represents a rather exceptional situation, any generalization from which may be misleading. A study of the predator-prey relationship under the restricted conditions of the isolation of the investigation locality from the natural distribution area of both the host plant (see fig. 1) and *Dreyfusia* sp. (i.e. un-

der untypical, "allochthonous" conditions) as undertaken by FRANZ and KARAFIAT certainly offers interesting comparative aspects, but does not seem to be sufficient as a basis for an interpretation of typical mass outbreaks of silver fir woolly aphids as they occur in their normal habitats.

## E. The seasonal sequence of predator activity

In discussing the population curves of FRANZ and KARAFIAT (1956), PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER(1958) have already referred to two of their examples (fig. 18, 19 of KARAFIAT and FRANZ) in which the marked population decline on the unprotected plots was supposed to be caused by predation. We have expressed some doubts with regard to this explanation since the main population decline in both examples took place remarkably early in the season, when the predator activity is usually still very low.

Thus in fig. 18 of KARAFIAT and FRANZ (1956) the number of aphids decreased from 92 on April, 26, to 29 on May, 6, and to 14 on May, 26. The population of fig. 19 declined from 106 aphids on April, 26, to 13 aphids on May, 8, and to about 3 aphids on May, 29. Thus, 65–80 per cent of the total mortality recorded occured in the period between April, 26, and May, 7.

The seasonal occurence of the predators has already been illustrated in a diagram (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1956, fig. 4, resp. fig. 6) from which it is evident that the main feeding period of the coleopterous predators *(Laricobius, Pullus, Aphidecta)* falls in the month of May, with the greatest efficiency in the second half of the month, when they have reached the last larval instars (comp. tab. 1). Dipterous predators (*Cremi-*

*Tabelle 1*

| Species | Year | Locality | Stage collected | Date of collection | Beginning and end of feeding period[1] | | Number of collected specimens |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Adults | Larvae | |
| *Laricobius* | 1954 | E. Switzerland | adults | 27. 4–12. 5 | 20. 4– | 1. 5– 1. 6 | 11 400 |
| | 1955 | E. Switzerland | adults | 3. 5– 1. 6 | 27. 4– | 7. 5– 5. 6 | 7 700 |
| | 1958 | Frankonia | adults | 11. 5–25. 5 | ? | 10. 5– 8. 6 | 9 000 |
| | 1958 | E. Slovakia | adults | 10. 5–21. 5 | ? | 11. 5– 7. 6 | 12 000 |
| *Pullus* | 1954 | E. Switzerland | pupae | 5. 6–20. 6 | 25. 4– | 1. 5– 1. 6 | 21 400 |
| | 1955 | E. Switzerland | pupae | 10. 6–17. 6 | 1. 5– | 6. 5– 3. 6 | 1 400 |
| | 1958 | E. Slovakia | pupae | 6. 6–11. 6 | ? | 3. 5– 6. 6 | 500 |
| *Aphidecta* | 1955 | E. Switzerland | adults | 3. 5–23. 5 | 1. 5– | 8. 5–10. 6 | 300 |
| | 1957 | E. Slovakia | adults | 15. 5–20. 5 | 6. 5– | 15. 5–13. 6 | 25 |
| *Cremifania* | 1954 | E. Switzerland | adults | 13. 5–28. 5 | – | 19. 5–25. 6 | 4 040 |
| | 1955 | E. Switzerland | adults | 10. 5–26. 5 | – | 21. 5–26. 6 | 150 |
| | 1958 | E. Slovakia | pupae | 14. 5–23. 6 | – | 17. 5–20. 6 | 900 |
| *Aphidoletes* | 1957 | E. Slovakia | larvae | 12. 6–18. 6 | – | 22. 5–17. 6 | 47 800 |
| | 1958 | E. Slovakia | larvae | 15. 6–23. 6 | – | 25. 5–23. 6 | 47 700 |
| | 1958 | E. Slovakia | larvae | 11. 9–21. 9 | – | 25. 8–21. 9 | 105 000 |
| *Cnemodon* | 1954 | E. Switzerland | adults | 15. 5–28. 5 | – | 25. 5–24. 6 | 900 |

[1] The dates given in this column indicate the „average feeding period", i. e. the period during which the great majority of individuals was feeding. „Fore-runners" and „late-comers" are not included.

*fania, Cnemodon, Aphidoletes,* etc.) appear about a fortnight later, their main predatory period thus falling in the first half of June. The phenological dates from Switzerland as outlined in our former diagram and detailed in tab. 1 also apply to the conditions in eastern Austria (SCHREMMER, 1956) and Slovakia.

In both the above mentioned examples of an early population decline due to predation, KARAFIAT and FRANZ (1956) have also recorded unsuitable bark conditions as being partly responsible for diminuition of the infestation. We were inclined (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1956, p. 267) to lay much more stress on this latter factor and on other physiological and climatical mortality factors associated with the spring development of the aphids, particularly since in our population studies with *D. nüsslini schneideri* (on which almost no predators were to be found) a pronounced decline of the population density in late April was also recorded in the majority of our observation trees (comp. fig. 5, 7, 8 of our former paper). In the personal discussion, FRANZ and KARAFIAT have, however, precised that the mortality recorded was entirely due to predation. The hiemosistentes (L 2–L 4) have been totally destroyed on April, 30, and May, 1, by adults of *Laricobius* and by larvae of *Leucopomyia.* In our opinion such cases as described in their figs. 18 and 19 can, however, only be of local validity since they evidently represent an abnormally early onset of predation (comp. tab. 1), the effectivness of which might furthermore have been favoured by the low density of the host populations available.

In general, the phenology of the predators with the distinct sequence in the activity of single species has, in our experience, two biological consequences; 1. with regard to the survival chance of the predators, this type of a "sequential feeding" is certainly the most "economic" way of the utilization of available food sources. 2. From the view-point of natural control, however, such a scattered predation has the disadvantage that it attains its maximum activity in the second half of the multiplication period of the host when a considerable number of the offspring (crawlers) has already settled down, and have thus escaped from further attack by predators.

### F. Remarks on the interaction of the predator complex and other mortality factors

To assess the influence of predation on the population mortality, FRANZ (1954, 1958) and KARAFIAT and FRANZ (1956) have made comparisons of protected (i. e. predator-free) and unprotected *Dreyfusia* populations using a method of combined periodical photographs and serial plottings. From these experiments they reached the conclusion that "the activity of the predators and the reaction of the bark to the feeding of the aphids are the 'key factors' of the breakdown of an infestation under normal weather conditions". Both these factors interact in nature and supplement each other as "through the decreasing suitability of the bark as feeding site for the aphids the area susceptible to infestation is continually reduced (and) thereby, the effectiveness of the predators is enhanced (FRANZ, 1958)[4].

[4] Theoretically, a reverse effect of interaction could be assumed as through the increasing predator activity the infestation is continually reduced and thereby the effectiveness of the bark reaction is diminuished, and the collapse thus delayed (each aphid eliminated reduces breakdown of the tissues of the tree) (comp. MESNIL, 1958).

However, PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER (1958) have expressed the view that the methods used and the data presented are insufficient to allow such a generalization to be made. Since it is the opinion of FRANZ and KARAFIAT (1958) that our arguments should be simply of a speculative nature, we would like to explain our point of view by means of a short discussion of some of the details of the methods used and by a re-examination of their deductions with regard to our own observations.

With regard to serial photographs we have already shown (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1956, fig. 11) that 1. a distinction between living and dead aphids is not possible, 2. in photographing caged populations dead aphids are inevitably pictured together with the living ones (since the "wool" of the former remains under this condition undisturbed), and 3. consequently serial photographs of caged populations must give an erraneous impression when compared with pictures from unprotected plots on which the wax wool of the dead aphids is soon washed off.

KARAFIAT and FRANZ (1956, 1958) have admitted minor disadvantages in their photographic method but have apparently not been convinced that such photographs, when periodically taken of populations in cages, must necessarily lead increasingly to the recording of inaccurate facts, and must in our opinion, therefore fail as "a mean of demonstration" of trends in caged populations, as in fig. 15, plot 51 A, and fig. 16, plot 8 a, of KARAFIAT and FRANZ (1956)[5].

Direct field countings of *Dreyfusia* populations[6] (especially of those in cages) involve several difficulties already discussed by PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER (1958) and by FRANZ and KARAFIAT (1958). Therefore we had prefered to adopt a system of sampling small pieces of bark and examining the aphids under the binocular microscope in the laboratory.

FRANZ and KARAFIAT have tried to overcome these difficulties by using a system of serial plottings[7] with the aid of a five-fold pantograph, "which method enables the exact differentiation of living and dead specimens as well as the decision whether or not an aphid had been killed by predators", or has died because of malnutrition or through external factors, respectively.

Such a differentiation – f. e. between abiotic and biotic mortality – has, however, not been given in their curves. Since during the propagation periods of *Dreyfusia* in Aug./Sept., 1954, and in May/June, 1955, abnormally high precipitation was recorded (comp. tab. 1 of KARAFIAT and FRANZ, 1956), we were inclined to assume that the remarkable losses in the open plots were – besides of predation – partly also caused by the inclement weather conditions, particularly since own observations and those by other authors (SCHIMITSCHEK 1928, MERKER, EICHHORN, and KLEIST, 1957) have proved the considerable importance of climatic factors. In the personal discussion, FRANZ and KARAFIAT have, however, pointed out that in the two curves in

[5] Originally this method, initiated by Prof. MESNIL in 1951, was intended to be used only for long-term assessment of infestations of unprotected plots.

[6] A model for the simultaneous assessment of the prey and predator density, indispensable in studies of population dynamics has recently been demonstrated by CLARK and BROWN (1958) in their interesting study on the effectiveness of *Laricobius erichsoni* in Canada.

[7] For the purpose ob biological observations "in situ" JOHNSON and HEIKKENEN (1958) have recently developed a similar system of plotting and mapping to that applied by KARAFIAT (1955).

question (fig. 18, 19) the mortality caused by predation on the growing hiemosistentes was in fact 100% and that some of the experiments had been carried out under protection from rain without showing a marked difference in mortality of settled down instars.

Another way to overcome the above-mentioned difficulties was the restriction of plotting to relatively low population densities. When in the course of the investigation the caged control plots became too overcrowded they had to be changed for less populated areas. According to personal information given by KARAFIAT the accuracy of plotting suffers when the number of adult, egglaying sistentes exceeds about 20 per sq. cm. In typical mass outbreaks, however, the maximal adult density usually climbs up to 30–40 per sq. cm.[8] before crowding and bark reaction processes come into play (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1958). In the populations curves published by KARAFIAT and FRANZ the adult density remains in most cases far below this value, important from the point of view of population dynamics. One may therefore raise the question as to whether the *dominant role* attributed by FRANZ and KARAFIAT to the *predators* is not actually *a consequence of the low host populations* with which they were forced to work. In analogy this might also have been responsible for the relatively small importance which they attribute to such mortality factors as *overcrowding* or *physiological degeneration*, both having been among the *primary factors* in our experiments (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1956).

With regard to population breakdown two obervations made by DELUCCHI (pers. comm.) might be of interest.

During the outbreak of *D. piceae* in 1950–1954 in the Canton of Zurich numerous single fir trees heavily infested up to the crown region were observed on sites isolated from the outbreak centres. These isolated stems were apparently not discovered by the predators since frequent attempts to collect predacious species on such trees always failed. In spite of the fact that here the gradation of *D. piceae* proceeded without any noticeable intervention of predators, the population breakdown came about at the same time as in stands with concentrated infestations on which predators were collected abundantly. The main cause of the decline in numbers was a marked reduction in the egg-laying capacity of the aphids during the second half of the gradation (retrogradation) which may have been caused by the increasingly unsuitable physiological conditions of the infested bark layers.

At the Pfannenstiel near Zurich several large cages (about 1.20 m. in length, comp. DELUCCHI, 1958) were set up on fir trees on which the attack by *D. piceae* had reached its maximum in spring 1954. Since the cages were placed on the trees early in the season they remained practically free from predators (except some *Pullus* larvae which had emerged from overwintering eggs, and which were picked off by hand during examinations). The outbreak disappeared, however, within the cages as well as on the free stem surface during the spring of 1955. The same observation could be made on trees which had been treated partly with nicotine solution early in 1954, and simultaneously caged, and which were then re-infested artificially six

[8] In our publication (1958) we have called this value the upper limit of the "carrying capacity" or the "maximum adult carrying capacity". When the aphids change the quality of the bark then the upper limit (resp. maximal capacity) is no longer attained (comp. FRANZ and KARAFIAT 1958, p. 102, p. 111).

weeks later, in May. A new population built up rapidly during 1954 inside the cages but died out in 1955 along with the population on the surrounding "natural" portions of the trees, and with those of all the other trees in the stand[9].

At present it does not seem to be possible to give an interpretation of the different observations of FRANZ and KARAFIAT on the one hand and of those of DELUCCHI and ourselves on the other.

Apart from the different methods, the investigation area in the Odenwald, the species studied, the status of attack, and the predator complex deviate considerably from the conditions in typical mass outbreaks as investigated by us, and thus the divergent results and opinions may be understandable and partly attributable to these entirely different conditions. This does certainly not curtail the value of the work of KARAFIAT and FRANZ "per se", but in our opinion it limits the scope of their generalizations with regard to population dynamics.

## Zusammenfassung

1. Es wird eine Übersicht über die in den Jahren 1954–59 durchgeführten Aufsammlungen von Tannenlausräubern und über die zur Befallsfeststellung erfolgten Erkundungsfahrten gegeben. Insgesamt wurden im genannten Zeitraum ca. 97 000 Individuen von 4 räuberischen Coleopteren-Arten und etwa 733 000 Individuen von 6 Dipteren-Arten aus der Schweiz, der Slowakei, aus Schweden und aus Deutschland zur biologischen Bekämpfung nach Kanada verbracht und ca. 150 Befallsstellen von *D. piceae*, *D. nüsslini*, *D. merkeri* und *D. prelli* in 6 europäischen Ländern sowie in Ostkanada und auf Neufundland eingehend besichtigt.

2. Weitere Untersuchungen über die Systematik und Verbreitung der europäischen *Dreyfusia*-Arten ergaben u. a. die erstmalige Feststellung von *D. merkeri* auf Visingsö in Schweden. Ferner werden die sich aus der parthenogenetischen Lebensweise ergebenden Folgerungen für die Art-Systematik kurz diskutiert.

[9] Similar records have recently been obtained from the Black Forest. At the Schönberg mountain a heavy outbreak of pure *D. piceae* started two years ago, passing through 3 generations in 1958 as well as in 1959. In the autumn of 1959, however, the whole infestation disappeared simultaneously on all the several hundred trees, even on the weakly infested ones. Intensive search for the predators during May/June and August, 1959, revealed only insufficient numbers of the two main predators, *Aphidoletes* and *Laricobius*, so that we renounced to include this infestation into our mass collection program. At the Rosskopf mountain and near Güntherstal, on the other hand, where several hundred thousand *Aphidoletes* larvae and most of the other predators have been collected in the spring and fall of 1959, the heavy infestation of *D. merkeri* continued to spread during summer and fall of 1959 an this species is still abundant in the spring of 1960, while on trees attacked by *D. piceae* the infestation has likewise disappeared. Contemporaneously with the Black Forest outbreak, also the *D. piceae* infestation on isolated trees in the Swiss Jura (where predators have been very rare last year) has ceased in the fall of 1959, while "stem attack" by *D. nüsslini* is continuing. An explanation for these strikingly different population trends in the "stem attack" by the three *Dreyfusia* species cannot yet be offered, but in the authors' opinion the recent experiences demonstrate the necessity of a more detailed consideration of the inherent, specific reactions of the single *Dreyfusia* species, which – in combination with the bark reaction phenomenon – might play a "key role" in their population dynamics. Some indications of this nature have already been pointed out in our former paper (PSCHORN-WALCHER and ZWÖLFER, 1958, p. 272/273).

3. Ein Vergleich des Vertilger-Komplexes der einzelnen *Dreyfusia*-Arten innerhalb und außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Weißtanne zeigt eine relativ starke Verarmung der Räuberfauna in Tannenaufforstungen außerhalb des ursprünglichen Tannenareals, hingegen eine weitgehende Homogenität innerhalb desselben. Die sich daraus für das Untersuchungsgebiet von Franz und Karafiat (1956, 1958) (Odenwald) ergebenden Einschränkungen werden aufgezeigt.

4. Weitere Beobachtungen über die Phaenologie der einzelnen Prädatoren Arten in der Slowakei und in Österreich bestätigen die schon früher für Schweizer Verhältnisse gegebene Darstellung (vgl. Diagramm bei Pschorn-Walcher und Zwölfer, 1956). Danach fällt im Frühjahr die Hauptaktivität der Räuber in die Zeit von Mitte Mai (Coleopterenlarven) bis Mitte Juni (Dipterenlarven). Die von Karafiat und Franz (1956) gemachten Beobachtungen von bereits Ende April/anfangs Mai eintretenden, räuberbedingten Populationszusammenbrüchen müssen somit als Ausnahmefälle gewertet werden.

5. Abschließend werden die einzelnen Mortalitätsfaktoren, ihr Zusammenwirken bei einer Massenvermehrung von Tannenläusen und ihre methodische Erfassung diskutiert und die eigenen, im wesentlichen schon in unserer früheren Arbeit (1958) gezogenen Schlußfolgerungen, ergänzt durch weitere Beobachtungen von Delucchi, den Befunden von Franz und Karafiat gegenübergestellt.

## Summary

The publication summarizes the collection results of *Dreyfusia* predators during 1954–1959 and communicates further details on the distribution of European *Dreyfusia* spp. and their predators. Experiences and conclusions by Karafiat & Franz (1956) and Franz & Karafiat (1958) are discussed and confronted with own observations.

## References

Balch, R. E., 1952: Studies of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (Ratz.) and its effects on balsam fir, *Abies balsamea* (L.). Can. Dept. Agric., Publ. 876, 1–76.

Clark, R. C. and N. R. Brown, 1958: Studies of predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (Ratz.) (Homoptera: Adelgidae) V. *Laricobius erichsonii* Rosen. (Coleoptera: Derodontidae), an introduced predator in eastern Canada. Can. Ent. 90, 657–672.

Delucchi, V., 1958: Biological control methods (Rearing and shipping methods). Proc. Xth Int. Congr. Ent., Montreal, 1956, IV, 891–894.

Eastop, V. F., 1953: A study of the Traminae (Homopt.-Aphididae). Trans. R. ent. Soc. London, 104 385–413.

Eichhorn, O., 1957: Eine neue Tannenlaus der Gattung *Dreyfusia (Dreyfusia merkeri* nov. spec.). Z. ang. Zool. 44, 303–348.

— 1958: Morphologische und papierchromatographische Untersuchungen zur Artentrennung in der Gattung *Dreyfusia* C. B. (Adelgidae). Z. ang. Ent. 42, 278–283.

Franz, J., 1954: Zum Vorkommen und Massenwechsel der Tannenstammlaus, *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) in Nordamerika und Europa. Verh. Deutsch. Gesellsch. ang. Ent. 1952, 117–124.

— 1958: The effectiveness of predators and food in limiting gradations of *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) in Europe. Proc. Xth Int. Congr. Ent., Montreal 1956, IV, 781–787.

— 1958: Studies on *Laricobius erichsonii* Rosenh. (Coleoptera: Derondontidae) a predator on Chermesids. Entomophaga, 3, 109–196.
— und H. Karafiat, 1958: Eignen sich Kartierung und Serienphotographie von Tannenläusen für Massenwechselstudien? Z. ang. Ent. 43, 100–112.
Hofmann, Ch., 1938: Freilandstudien über Auftreten, Bionomie, Oekologie und Epidemiologie der Weißtannenlaus *Dreyfusia (Chermes) nüsslini* C. B. Z. ang. Ent. 25, 1–56.
Karafiat, H., 1955: Neue Wege der Populationsanalyse an rindenbewohnenden Arthropoden. Nachrbl. dtsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) 7, 133–136.
— und J. Franz, 1956: Studien zur Populationsdynamik der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) (Hemipt. Adelgidae). Zool. Jahrb. (System.) 84, 467–504.
Merker, E., 1958: Chromatographische Artbestimmung von Tannenläusen der Gattung *Dreyfusia*. Naturwiss. 45, 118–119.
— Eichhorn, O. und I. v. Kleist, 1957: Die vernichtende Wirkung von klimatischen Kälteeinbrüchen auf Tannenläuse der Gattung *Dreyfusia*. Z. ang. Ent. 41, 333–352.
Mesnil, L. P., 1958: An analysis of the balsam woolly aphid problem in Europe. Proc. Xth Int. Congr. Ent. Montreal 1956, IV, 777–779.
Pschorn-Walcher, H. and M. Kraus, 1958: Notes on the predators of *Adelges piceae* Ratz. and *A. nüsslini* C. B. (Hemiptera: Adelgidae) in Sweden. Proc. Xth Int. Congr. Ent. Montreal, 1956, 797–799.
— and H. Zwölfer, 1956: The predator complex of the white fir woolly aphids (Genus *Dreyfusia*, Adelgidae). Z. ang. Ent. 39, 63–75.
— and —, 1958: Preliminary investigations on the *Dreyfusia (Adelges)* populations living on the trunk of the silver fir. Z. ang. Ent. 42, 241–277.
Rudinsky, J. A., 1957: Notes on the balsam woolly aphid. Weyerhaeuser Timber Comp., April, 1957, 12 pp.
Schimitschek, E., 1928: Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus, *Dreyfusia nüsslini* C. B. Centralbl. ges. Forstwesen, 54, 157–177.
Schremmer, F., 1956: Über ein Vorkommen der Tannenstammlaus *Dreyfusia (Adelges) piceae* Ratz. im Wienerwald und ihren Vertilgerkreis. Pflanzenschutzberichte, 16, 49–69.
Varty, I. W., 1956: *Adelges* insects of silver fir. For. Comm. Bull. 26., Edinburgh, 75 pp.
Zwölfer, H., 1958: Zur Systematik, Biologie und Oekologie unterirdisch lebender Aphiden (Homoptera, Aphidoidea). Z. ang. Ent. 40, 182–221, 528–575, 42, 129–172, 43, 1–52.

## Nachwort

Von J. Franz und H. Karafiat

Die Verfasser dieser Arbeit haben uns freundlicherweise aufgefordert, ihrer erneuten kritischen Besprechung unserer Arbeiten ein Nachwort anzuschließen. Wir wollen, um die nur noch für wenige Fachleute interessante Diskussion über Tannenlausfragen zu beenden, nicht mehr auf Einzelheiten eingehen, wenn auch immer noch eine Reihe von Mißverständnissen zu klären wären, sondern lediglich einige prinzipielle Punkte behandeln:

1. *Tannenzonen:* Die in vorliegender Arbeit hervorgehobenen Unterschiede zwischen der Räuberfauna autochthoner und allochthoner Tannengebiete sind zweifellos richtig. Auf sie hatte in bezug auf die unterschiedliche Verbreitung von *Laricobius erichsonii* Rosenh. und *Pullus impexus* Muls. einer von uns (Fr.) früher bereits hingewiesen (1) (2). Nun liegt der Odenwald gerade am Rande der natürlichen Tannenverbreitung [vgl. Karte bei Rubner (7), Abb. 113]. Dem entspricht auch die Beobachtung, daß auf unserer Versuchsfläche die dominierenden und im übrigen Tannengebiet wichtigsten Prädatoren ebenfalls vorkamen. In Schleswig-Holstein fehlt bereits *Pullus impexus* (2), und in Schweden, wie berichtet, auch *Laricobius erich-*

*sonii* und die anderen o. a. Arten. Wir haben also ein Arten- und vielleicht auch ein Dichtegefälle bei den Räuberarten vom ursprünglichen Tannengebiet in die nördlichen, künstlich mit Tanne bestockten Regionen. Es sei durchaus zugegeben, daß dieses Gefälle schon unser Beobachtungsgebiet beeinflußt haben kann. Um über die Kartierungen hinausgehende allgemeinere Aussagen machen zu können, hatten wir die eigenen Erfahrungen aus Bayern mit herangezogen. Da von Pschorn-Walcher u. Zwölfer sowie von Franz im eigentlichen Tannengebiet höhere Räuberdichten festgestellt worden sind – allerdings auch höhere Lausdichten –, läßt sich, da Kartierungen als einzige exakte Methode nur aus dem Odenwald vorliegen, nicht ohne weiteres angeben, ob in diesen Zonen die Dinge genauso verlaufen. Nach der persönlichen langjährigen Erfahrung von Franz an etwa 60 Befallsplätzen von *D. piceae* im autochthonen Tannengebiet und auf Grund täglicher Beobachtungen während des ganzen Sommers 1950 (mit Unterstützung von Herrn H. Wichmann) und 1951 (mit Herrn Dr. W. Rühm) an jeweils einem Befallsort neigen wir nach wie vor zu der Auffassung über den gesamten Ablauf des Endes einer Tannenlaus-Gradation, wie sie in unserer Arbeit (1956) niedergelegt ist. Diese Dinge mit geeigneter Methode nochmals zu überprüfen, wäre eine lohnende Aufgabe.

2. *Artenvergleich:* Die Bedeutung der Prädatoren für den Massenwechsel der Tannenläuse hängt von ihrer Zahl und vor allem von ihrer *zeitlichen Koinzidenz* mit der Beute ab (4). Kommen sie so rechtzeitig zum Zuge, daß sie die Lausmütter vor Ablegen eines wesentlichen Teiles ihrer Eier fressen, ist ihre Wirkung groß. Unsere Abb. 18 in (4) [= Abb. 1 in (3)] zeigt einen räuberbedingten Zusammenbruch auf einer Probefläche mit recht frühem Eingreifen derselben. Es mag durchaus sein, daß der Erfolg des Räuberfraßes deswegen so durchschlagend war, *weil* er so früh kam. Jede einzelne von Prädatoren getötete Laus ist kartiert worden. Phänologische Daten über die Zahl an anderen Orten gesammelter Räuber haben keine direkte Beziehung zu dieser Beobachtung. Sie zeigen, was uns auch bekannt ist [vgl. (2)], daß die größte Räuberaktivität gewöhnlich Mitte Mai bis Anfang Juni liegt. Die eindeutige individuelle Kartierung[1] beweist hier also, daß Räuber vor der allgemeinen Hauptfraßzeit auf dieser Fläche viel erreicht haben. Sie will natürlich nicht zu dem Schluß verführen, daß ganz allgemein die Räuberaktivität im Odenwald bedeutend vor der angegebenen Periode lag. Unsere Auswertung der Kartierung hat daher auch den Befund des räuberbedingten Zusammenbruches und nicht die relativ frühe Zeit betont.

Dieses Beispiel soll erläutern, warum die nachträgliche Feststellung[2], daß wir an *D. merkeri* gearbeitet hatten, den Wert der Befunde nicht beeinträchtigt [vgl. (3)]. Da die phänologischen und bionomischen Verhältnisse bei *D. piceae* und *D. merkeri* praktisch übereinstimmen, ist bis zum Beweis des Gegenteils anzunehmen, daß auch die Faktoren, die den Massenwechsel am Stamm von Alttannen steuern, gleich oder sehr ähnlich sind. Die bemerkenswerte Feststellung, daß sich neuerdings Formen fanden, die sich in die jetzt vorgeschlagene systematische Gruppierung und die jetzt bekannte

[1] Die Herren Dr. Pschorn-Walcher und Dr. Zwölfer hatten bei ihrem Besuch Gelegenheit, sich von der Brauchbarkeit des Kartierungsgerätes selbst einen ersten Eindruck zu verschaffen.

[2] Auf die gegenteiligen Behauptungen von Merker (1959) werden wir, da sie nicht zutreffen, hier nicht näher eingehen (vgl. 2a).

geographische Verteilung nicht einordnen ließen (s. oben), bestärkt uns in der Auffassung, daß diesen systematischen Einheiten erst dann endgültige Namen zugesprochen werden sollten, wenn man mehr über die Variabilität im gesamten Verbreitungsgebiet und unter verschiedenen Umweltbedingungen weiß [vgl. Diskussionsbemerkung PSCHORN-WALCHER zu seinem Vortrag (6)]. Wir sind also mit unseren Kollegen einig, daß *wegen der parthenogenetischen Vermehrung* bei den Tannenläusen an den meisten mitteleuropäischen Standorten besondere Verhältnisse vorliegen. Nur in der Bewertung der Formenunterschiede stimmen wir nicht überein, auch wenn wir der Einfachheit halber die jetzt eingeführten Namen anwenden werden.

3. *Methodenvergleich:* Wir kommen nun zum Kernpunkt der Diskussion: Was an Daten und Unterlagen zur Bekräftigung der jeweiligen Anschauung gesagt werden konnte, ist wohl gesagt worden. Daß keine Seite die andere restlos überzeugen konnte, mag an den grundsätzlich verschiedenen Methoden liegen. PSCHORN-WALCHER und ZWÖLFER haben in fünf Jahren während ihrer Sammelarbeit für das C. I. B. C. eine erstaunliche Menge von Befallsplätzen in vielen verschiedenen Ländern kennengelernt und damit eine große allgemeine Erfahrung gewonnen. Die Autoren dieses Nachwortes haben (nach einer ähnlichen, aber weniger umfassenden Sammeltätigkeit von FRANZ 1950–1952) vorwiegend an *einer* Stelle, also mit beschränkter Möglichkeit, vergleichende Erfahrungen zu sammeln, aber sehr detailliert gearbeitet. Der extensiven Methode der einen Seite steht also ein intensives Verfahren gegenüber. Der Nachteil geringerer Breitenerfahrung bei dem letzteren wird durch den wesentlichen Vorteil ausgeglichen, durch tägliches genaues Beobachten aller Einzelheiten an einem Befallsplatz, an dem jeder Baum und auf den Probeflächen jede Laus persönlich bekannt war, die Entwicklung der Dinge tatsächlich mitzuerleben. Wir erklären uns einen Teil der abweichenden Auffassung damit, daß die *entscheidende Räuberwirkung* dort, wo sie auftritt, *in kurzer Zeit* abläuft. Wenn wir nicht zugesehen hätten, wären uns Ablauf und Ursachen des Massenwechsels wesentlich weniger klar geworden, als wenn wir nur Stichproben gesehen hätten. Es wäre verfehlt, das intensive Verfahren als „besser" oder „schlechter" zu bezeichnen. Vielmehr sollten die noch strittigen Punkte [auf die wir hier nicht mehr alle eingegangen sind – vgl. (3) und obige Arbeit von PSCHORN-WALCHER u. ZWÖLFER] durch weiteren Austausch der Erfahrungen und durch Anwendung der intensiven Methode auch in anderen Befallsgebieten baldmöglichst geklärt werden.

## Literatur

(1) FRANZ, J.: *Laricobius erichsoni* Rosenhauer (Col., Derodontidae), ein Räuber an Chermesiden. Ztschr. Pflkrankh. Pflschutz **60**, 2–14, 1953.

(2) FRANZ, J.: Studies on *Laricobius erichsonii* Rosenh. (Coleoptera: Derodontidae) e predator on chermesids. – Entomophaga **3**, 109–196, 1958.

(2a) FRANZ, J.: Die sommerliche Entwicklungsruhe und der Räuberfraß bei Tannenstammläusen. – Zool. Jahrb. Abt. Syst., Ökol. u. Geogr., **87**, 283–300, 1960.

(3) FRANZ, J. u. KARAFIAT, H.: Eignen sich Kartierung und Serienphotographie von Tannenläusen für Massenwechselstudien? (Zugleich Erwiderung auf einen Aufsatz von H. PSCHORN-WALCHER und H. ZWÖLFER.) Ztschr. angew. Ent. **43**, 100–112, 1958.

(4) KARAFIAT, H. u. FRANZ, J.: Studien zur Populationsdynamik der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) (Hemipt., Adelgidae). Zool. Jb. (Systematik) **84**, 467–504, 1956.

(5) Merker, E.: Ist die sommerliche Entwicklungsruhe der mitteleuropäischen Tannenläuse durch Räuberfraß vorgetäuscht? Ztschr. angew. Ent. **43**, 418–431, 1959.
(6) Pschorn-Walcher, H. u. Kraus, M.: Notes on the predators of *Adelges piceae* Ratz. and *A. nüsslini* C.B. (Hemiptera; Adelgidae) in Sweden. Proc. 10. Int. Congr. Ent. (Montreal 1956) **4**, 797–799, 1958.
(7) Rubner, K.: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. 4. Aufl. Neumann Verlag Radebeul u. Berlin, 1953.

# Untersuchungen über die Art und die Folgewirkung des Saugvorganges bei der San José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* Comst.)[1]

Von Carl Schetters

*Mit 24 Abbildungen*

## Ziel der Arbeit

Unter den Schädlingen der Obstkulturen steht die San José-Schildlaus (SJS) zweifellos mit an erster Stelle. Trotzdem fehlt es bislang noch an eindeutigen Belegen dafür, wie die durch die Schildlaus verursachten Schäden zustande kommen.

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, einen Beitrag zur Klärung dieser Frage zu liefern. Im Gegensatz zu der weit verbreiteten und zahlreiche Wirtspflanzen stark verseuchenden Gewöhnlichen Schalenschildlaus (*Eulecanium corni* Bché.), bei der man selbst bei stärkstem Befall keine morphologisch auffälligen Beschädigungen der besogenen Pflanzenteile feststellen kann – der Schaden der Laus stellt anscheinend nur eine Folge des Nahrungsentzuges dar, ist also rein quantitativer Natur –, führt eine anhaltende Massenbesiedelung durch die SJS bei hochanfälligen Pflanzen immer zum Tod der betroffenen Pflanzenteile bzw. der Pflanze.

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen beschränkten sich im wesentlichen auf die Art des Saugvorganges und auf die vergleichende Betrachtung des histologischen Schnittbildes befallener Pflanzenteile in der Erwartung, aus ihnen eine hinreichende Erklärung über die Natur der schädlichen Einwirkungen der SJS auf die von ihr besiedelten Wirtspflanzen zu finden.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt am Institut für Obstbau der Biologischen Bundesanstalt in Heidelberg. Herzlich danken möchte ich an dieser Stelle Herrn Oberregierungsrat Dr. H. Thiem für die Stellung des Themas sowie seine Hilfsbereitschaft und fördernden Ratschläge. Danken möchte ich auch Herrn Professor Dr. W. Ludwig für die zeitweilige Überlassung eines Arbeitsplatzes am Zoologischen Institut der Universität Heidelberg und Herrn Oberingenieur W. Dittes in Heidelberg für die freundliche Überlassung von zum Photographieren benötigten Apparaten.

## A. Biologie und äußere Verhältnisse der Ernährungsweise der SJS

### I. Mundwerkzeuge und Verdauungsorgane

In der Ordnung der Rhynchoten dürfte die Vereinfachung der Mundwerkzeuge bei den seßhaften Cocciden ihren Höhepunkt erreicht haben. Durch die Hypognathie des Kopfes ist das gesamte Mundfeld ventral nach hinten bis fast zur Körpermitte verlagert. In seiner unmittelbaren Umgebung ist bei der SJS wie auch an anderen Stellen des Körpers die Ober-

[1] Gek. Diss. aus Zweigstelle Heidelberg der B. B. A. und Landw. Fak. d. Univ. Bonn.

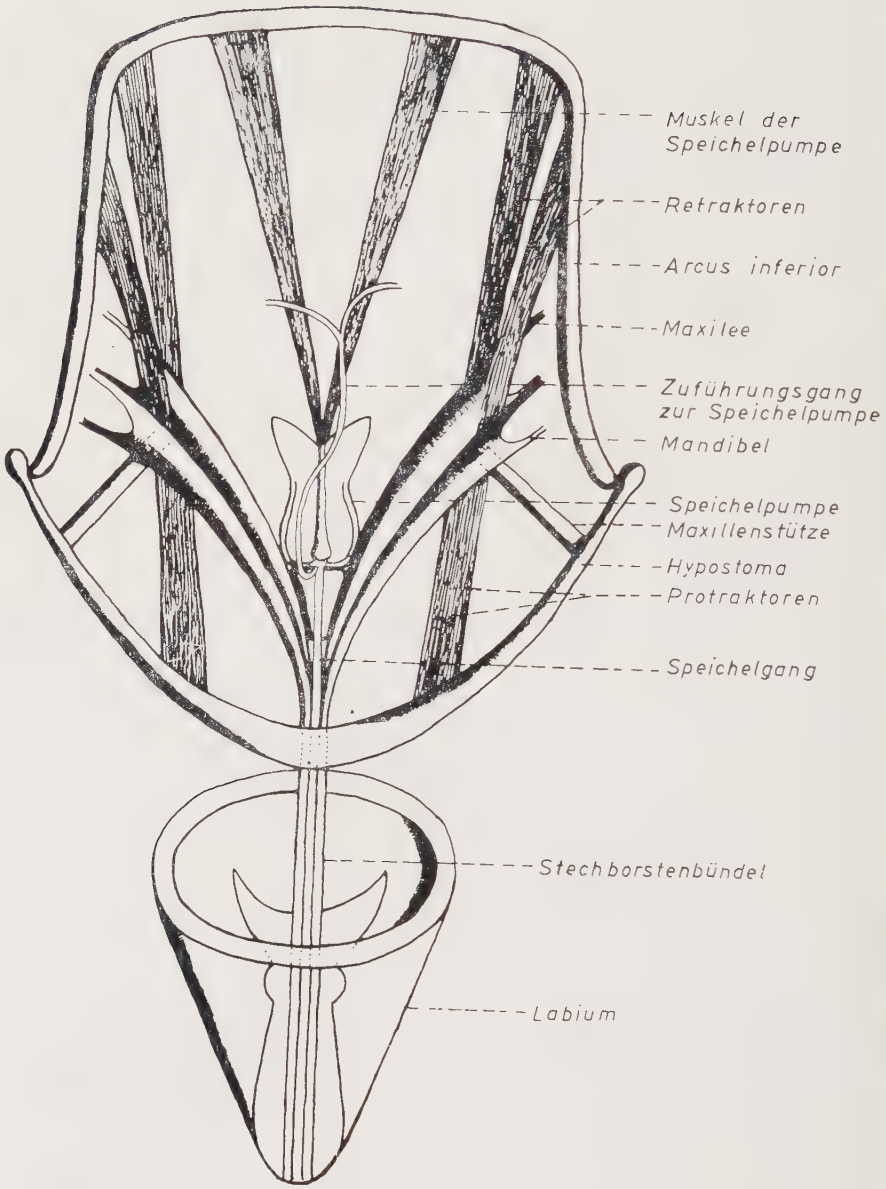


*Abb. 1.* Mundskelett von der Dorsalseite gesehen. Zwischen den Borstenbasen liegt die Speichelpumpe mit ihren zu- und abführenden Kanälen. Unten das nach hinten umgeklappte Labium. Schematische Zeichnung. Vergr: ca. 500fach

fläche blasenartig aufgetrieben und damit die eigentliche Mundpartie tiefer gelegen. Das sehr stark verkürzte Labium ist nur als eine dunkelbraune warzenartige Erhebung auf dem Grunde des Mundfeldes erkennbar und papillenartig in den Körper hineinversenkt. Untersuchungen an Zweitlarven und Alttieren ergaben keinen Anhaltspunkt dafür, ob es aus dieser Lage nach außen vorgestülpt werden kann oder nicht, was im Hinblick auf eine Führung des Stechborstenbündels außerhalb des Insektenkörpers bis zur Einstichstelle in den pflanzlichen Wirt anzunehmen ist.

Die zu einem fadenartigen Saugbündel vereinigten Mandibeln und Maxillen verbreitern sich, und ihre Basen sind keilförmig und im Inneren hohl. Sie liegen in einem chitinigen Mundgerüst, das sie dort, wo sich die Borsten zum Bündel vereinigen, mit einer allseitig geschlossenen Spange (Hypostoma[2]) umgibt (Abb. 1).

Bei der SJS hat im Vergleich mit anderen Diaspinen auch das Mundgerüst eine Vereinfachung erfahren. Der obere Bogen (Arcus superior[2]) und seine Verbindungsstücke zum unteren Bogen (Arcus inferior[2]) sind rückgebildet und nur noch der untere Bogen mit seiner Verbindung zum Hyposto-

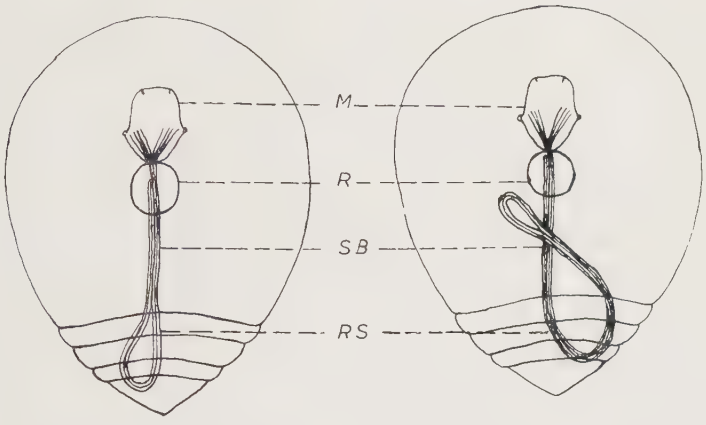


*Abb. 2.* Aufsicht auf die Ventralseite einer SJS. a. Einfache; b. mehrfache Schleife des Stechborstenbündels. Schematische Zeichnungen. Vergr.: ca. 200-fach. Bezeichnungen: M = Mundgerüst; R = Ring; RS = Saugbündelschleife; SB = Saugborstenbündel

ma vorhanden (Abb. 1). Die Mandibelstützen (Mandibularapophysen[2]) sind ebenfalls verschwunden, aber durch Maxillenstützen ersetzt. Dem Hypostoma liegt an der Austrittsstelle des Borstenbündels ein chitiniger Ring an (Abb. 2). Offenbar ist die Basis des Labiums verbreitert und verstärkt (Abb. 1).

An der Durchtrittsstelle der Borsten durch das Hypostoma bzw. durch den Chitinring vereinigen sich ihre Teile zu dem biegsamen Saugbündel. Durch Ineinandergreifen von Höckern und Nuten kommt eine innige Verfalzung zustande, die ein Aneinanderentlanggleiten, aber kein Ausweichen der Bündelbestandteile gestattet. Bei den Maxillen ist diese Verfalzung besonders eng. Sie muß es auch sein, da diese an ihrer Innenseite je zwei Rinnen tragen, die beim Zusammenlegen ein Doppelrohr bilden. An das am Anfang ventral gelegene Rohr schließt sich der Pharynx an, während das andere durch einen kurzen Speichelgang mit der dorsal vom Pharynx liegenden Speichelpumpe in Verbindung steht, von welcher ein Zuführungskanal zu den Speicheldrüsen führt. In dem anderen werden Speichel bzw. Verdauungsfermente an die Saugbündelspitze geführt. Die Mandibeln liegen wie Führungsschienen den Maxillen seitlich außen an. Sie greifen nicht um diese herum. Ihre Verbindung mit den Maxillen ist nicht so innig. Bei Verletzungen des Borstenbündels, z. B. beim Schneiden, sieht man daher in der Mehrzahl der Fälle nur drei- anstatt vierfädige Enden auseinanderklaffen (die Maxillen und je eine Mandibel).

Die Länge des Saugbündels wird mit der 2–3fachen Körperlänge des Insekts angegeben (Marlatt, 1906; Krause, 1950). Die von mir gemessene

[2] Entnommen aus Pflugfelder, 1939.

Länge der Saugkanäle eines Tieres im Schwarzschildstadium von 0,14 mm Körperlänge betrug 0,38 mm, das ist das 2,7fache und für ein Alttier von 1 mm Körperlänge 1,8 mm, das ist das 1,8fache. Ob die Stechborsten in ihrer vollen Länge in das pflanzliche Gewebe eingeführt waren, blieb unberücksichtigt. Bei der Messung von Totalpräparaten (Abb. 2) wurden Tiere herangezogen, die sich ohne Schwierigkeiten von ihrer Saugstelle hatten lösen lassen, so daß ein Abreißen der Saugbündel wenig wahrscheinlich ist. Unter dem Schwarzschild hatte das zweite Larvenstadium mit 0,2 mm Körperlänge ein 0,5 mm langes Stechbündel. Damit ist die 2–3fache Körperlänge der Saugborsten bestätigt.

Bei solch langen Saugbündeln ist ihre Unterbringung im Leib von Interesse. Hierfür besitzt das Insekt, wie viele andere Pflanzensauger, eine tief in das Körperinnere eingestülpte Hauttasche, eine Crumena, in die das Bündel in Form einer einfachen (Abb. 2a) oder mehrfachen (Abb. 2b) Schleife eingeschoben wird. Dieser Zustand scheint nur kurz nach den Häutungen aufzutreten. Bei der Häutung bleibt die alte Chitinverkleidung des Saugbündels im pflanzlichen Wirtsgewebe zurück, und die Borsten liegen wie auch bei den Embryonen beiderseits des Mundgerüstes in Form einer Doppelspirale uhrfederartig eingerollt, jeweils eine Mandibel und Maxille auf beiden Seiten. Sie sind dabei aus den breiten Enden der Borstenbasen nach rückwärts ausgeklappt. Nach der Häutung werden die Stechborsten wieder in ihre alte Lage zurückgebracht und – wahrscheinlich bis die neue Chitinbekleidung genügend hart geworden ist – bis zum Wiedereinstich in die Pflanze in der Crumena aufbewahrt. Die Saugborsten haben fast immer die Tendenz, sich uhrfederartig einzurollen. Vorsichtig von ihrer Unterlage abgenommene, unverletzt in heißem Alkohol (70 %) fixierte und sorgfältig umgesetzte Tiere hatten trotz allem verschiedentlich aus ihrem inneren Zusammenhang herausgerissene Borsten. Beim Ausreißen von der Spitze her hatten sich lediglich die Mandibeln uhrfederartig eingerollt. Hielten sie an der Spitze zusammen und waren sie nur in der Mitte gelöst, hatten sich die Mandibeln bloß nach außen ausgebaucht. Stets waren die Maxillen als geschlossenes Bündel erhalten geblieben. Diese sicherlich durch eine innere Eigenelastizität der Borsten bedingte Tendenz trägt wahrscheinlich zum Zusammenhalt des Saugbündels bei und setzt das geschlossene Bündel unter einen gewissen Spannungsdruck, der beim erneuten Einstich der Stechborsten in das Pflanzengewebe nach erfolgter Häutung ausgenutzt wird.

Damit ergibt sich die Frage nach der Mechanik des Saugvorganges der SJS, zufolge deren sie mit ihren dünnen Saugborsten in das Wirtsgewebe eindringen und darin ihre meistenteils sehr gewundenen Saugkanäle führen kann. Weber (1930) hat für Hemipteren, insbesondere Psyllinen, die Arbeitsweise des Borstenbündels untersucht. Danach wird das Vor- und Zurückgleiten der Borsten in und außerhalb des Pflanzengewebes durch an ihren Basen angreifende Pro- und Retraktoren bewirkt. Beim Vorstoßen der Borsten wird zuerst die eine Mandibel, darauf die andere und zuletzt das Maxillenpaar geschlossen um die Länge einer Protraktorenkontraktion vorgeschoben und das ganze Bündel durch eine im Labium gelegene muskelbewegte Zange festgeklemmt. Bei der nachfolgenden Kontraktion der Retraktoren wird dann die Borstenschleife ein Stück aus der Crumena herausgezogen und verkleinert. Die der Crumena anhaftenden Muskeln drücken jetzt das freigewordene Lumen zusammen, so daß es beim nächsten gleichartigen Arbeitsgang als Widerlager dienen kann. Das Zurückziehen und Unterbringen des

Borstenbündels in der Crumena verläuft umgekehrt. In die hohlen Borstenbasen sollen Nervenenden einziehen, die als Rezeptoren für Berührungsreize dienen, welche durch im Borstenwege liegende Widerstände ausgelöst werden. Biegungen des Saugbündels im Gewebe werden erklärt durch einseitige Einwirkung der Protraktoren auf die eine oder andere der Maxillen, die an ihrer Spitze besonders fest aneinanderhaften und daher nicht aneinander entlanggleiten können, was eine Biegung von der bewegten Maxille weg zur Folge habe, worauf dann die an den Maxillen anhaftenden Mandibeln gezwungen seien, die Richtungsänderung mitzumachen. Daß überhaupt Biegungen im Saugkanal auftreten, wird darauf zurückgeführt, daß neben den bereits erwähnten Berührungsreizen durch ein im Pharynx liegendes Geschmacksorgan der Nahrungsstrom laufend auf seine physiologischen Eigenschaften untersucht werde.

Um mir bei der SJS den Saugvorgang vorzustellen, beobachtete ich, wie das auch Weber (1930) tat, das lebende Objekt. Es wurden Zweitlarven und Alttiere ganz langsam von ihrer Saugstelle abgehoben, um infolge des fast immer sehr gewundenen Verlaufs im Pflanzengewebe möglichst unverletzte Stechborstenbündel zu erhalten. Nur vereinzelt konnten Tiere mit fast unbeschädigtem Saugbündel von der Unterlage gelöst und nach Verbringen mit dem Rücken auf ein Stückchen feuchtes Filtrierpapier im Hohlschliffobjektträger mit starker Vergrößerung betrachtet werden. Bei dem durchscheinenden Schildlauskörper ließ sich die Mundpartie ziemlich leicht verfolgen. Dabei konnte ich während längerer Zeit nur Bewegungen des Pharynx und der Speichelpumpe sowie der Maxillen und des Gesamtbündels wahrnehmen. Die Mandibeln verhielten sich immer ruhig. Vielleicht hatte beim Abheben des Insektes die auf den Stechborsten lastende Zugspannung zu inneren Verletzungen, Zerrungen oder Dehnungen geführt und den Bewegungsmechanismus außer Funktion gesetzt, oder das Saugbündel war bis an die äußerste Grenze aus dem Labium herausgeschoben und eine Bewegung, zumindest der Mandibeln, nicht mehr nötig, zumal weder eine Verlängerung noch eine Verkürzung des Stechborstenbündels eintrat. Eine Bewegungsmöglichkeit der vier Borsten muß aber gegeben sein, da an den Basen angreifende Muskeln vorhanden sind. Außerdem zeigen am Zweig entdeckelte lebende Läuse gleichmäßige Erschütterungen des ganzen Körpers, die nur auf im Körperinneren ablaufende Muskelbewegungen zurückzuführen sind. Die beobachteten Maxillenbewegungen äußerten sich in einem züngelnden, mehr oder weniger ruckartig verlaufenden Vor- und Zurückschnellen zwischen den an der Spitze leicht auseinanderklaffenden Mandibeln, wobei fast bei jedem Vorstoß an der Maxillenspitze ein kleines Speicheltröpfchen austrat. Bewegungen des ganzen, bei fast allen Tieren senkrecht nach oben stehenden Bündels konnte ich nur vereinzelt sehen. Wenn bei diesen Schildläusen die Stechborsten auch abgerissen und zu einem kleinen Teil im Wirtsgewebe steckengeblieben waren, möchte ich die festgestellten Bewegungen doch nicht als eine Folge der dadurch bedingten Verletzungen ansehen.

Aus dem Umstand, daß während der Beobachtungsdauer keine Längenänderung des freiliegenden Bündelanteiles festzustellen war, schließe ich, daß ein völliges Zurückziehen der Saugborsten nur zur Zeit der Häutung erfolgt. Würde das Borstenbündel auch sonst aus dem Gewebe herausgezogen, so müßte man außerdem unter Alttieren mehr als drei Stichkanäle finden, wie als Maximum festzustellen war. Bedeutete nicht das totale Herausziehen des Bündels auch eine bedenkliche Unterbrechung der Nahrungs-

aufnahme? Der neue Einstich ist sicherlich nicht leicht, und das Tier braucht dann doch für die Zeit der Jungenproduktion, falls eine Rückbildung der Mundwerkzeuge eintritt, einen erheblichen Fettkörper. Im Stadium der Häutungen findet man auch bei anderen Insektenlarven eine Pause in der Nahrungsaufnahme. Sie setzt vor der Häutung ein und ist nach deren Abschluß erst nach erfolgter Härtung der neuen Chitinverkleidung beendet.

Das Herausschieben bzw. Zurückziehen der Stechborsten bei der SJS aus bzw. in den Körper dürfte sich in der von WEBER (1930) beschriebenen Weise nicht erklären lassen. Daß ihre Bewegungen allein durch das wechselweise Arbeiten der Pro- und Retraktoren in Verbindung mit einer im Labium befindlichen Klemme zustande kommen, ist nicht möglich. Auch die große Tasche zur Aufnahme der Borstenbündelschleife nach der Häutung hat keinerlei Muskeln. Diese müßten doch gegeben sein, da sie die Crumena zudrücken und die Borstenschleife festhalten bzw. ihr beim weiteren Vordringen der Saugborsten als Widerstand dienen sollen. Auch eine Klemmvorrichtung im Labium konnte ich nicht feststellen; das Gebilde, das man vielleicht als Labiumklemme ansprechen möchte, läßt keine angreifenden Muskeln erkennen. Weiterhin erscheint es mechanisch kaum möglich, daß ein Stoß, wie er durch die Protraktoren ausgeübt werden soll, sich um viele, teilweise spitzwinkelige Bögen (vgl. die große Doppelschleife in Abb. 2b) und deren Lage im pflanzlichen Gewebe longitudinal fortpflanzen kann. Das dürfte erst bei fast völlig ausgestrecktem Saugbündel möglich sein. Bis dahin ist das Vorstoßen des Bündels lediglich mit dem auf ihm lastenden Spannungsdruck, der durch die Eigenelastizität der einzelnen Borsten bedingt ist, zu erklären. Die rüttelnden Bewegungen an den Borstenbasen haben die Aufgabe, den Vorstoß innerhalb der pflanzlichen Gewebe als einem mechanischen Widerstand in irgendeiner Form zu unterstützen. Wie die in den parenchymatischen Geweben hie und da auftretenden kürzeren Verzweigungen beweisen, ist da ein im Bereich einer vollen Kontraktion der Retraktoren liegendes Zurückziehen des ganzen Bündels möglich. Sehr wahrscheinlich ist das völlige Zurückziehen der Borsten bei den Häutungen auch mit der Borstenelastizität zu erklären. Da in diesem Falle die SJS die alten Sklerite im Pflanzengewebe stecken läßt, müssen diese abreißen und die Borsten von den abgerissenen Chitinteilen gelöst werden. Dieses Abreißen der alten Chitinhülle erfolgt sehr wahrscheinlich an der Spitze oder sogar noch innerhalb des Labiums. Durch das Loslösen von den abgerissenen Skleritteilen werden die häutigen Borsten auf die Länge dieser Stücke von dem Zwang der Verfalzung befreit; es bedarf dann nur eines kurzen Anziehens der Retraktoren, um sie einzeln zurückschnellen zu lassen. Die Basen sind nämlich meines Erachtens keine allseitig geschlossenen Hohlkörper, sondern wannenartig nach der Ventralseite hin offen. Dadurch werden die weichen Einzelborsten beim Zurückschnellen nach hinten ausgeklappt und können sich danach zur Doppelspirale legen. Dabei werden die noch an den Borsten befindlichen Reststücke der alten Chitinhülle aus ihrer Verfalzung gerissen und mit nach hinten ausgeklappt. Beim Abstreifen der alten Haut werden auch diese Reststücke der alten Sklerite abgestreift und ziehen dabei vermutlich die Stechborsten so weit mit zurück, daß sie mit ihrer neuen noch weichen Chitinhülle auf die Länge dieser alten Skleritreste zur Verfalzung gebracht werden. Ein erneutes völliges Zurückschnellen in die Doppelspirale ist damit unmöglich gemacht. Durch den Bewegungsrhythmus der Basenmuskeln erfolgt dann allmählich die vollständige Bildung des geschlossenen

Saugbündels und seine Unterbringung in der Crumena. In der Crumena verbleibt jetzt das Bündel bis zur vollständigen Chitinerhärtung, um dann erst wieder zum neuen Einstich ausgebracht zu werden, der nunmehr in der bereits beschriebenen Weise erfolgt, wobei den ausgeschiedenen Verdauungsfermenten vielleicht noch eine unterstützende Funktion zukommt, indem sie starke Hindernisse aufweichen und für den Angriff der Stechborsten weniger widerstandsfähig machen.

Die oft merkwürdigen Biegungen des Stichkanals sind Auslösungen, die von einem im Pharynx wahrscheinlich vorhandenen Geschmacksorgan dirigiert werden und auf Berührungsreize zurückgehen, die beim Auftreffen des Bündels auf besondere Widerstände auftreten und durch Nervenenden in den Borstenbasen rezipiert werden. Sie werden vom Bündel geschlossen ausgeführt.

An der Übergangsstelle der Borsten in ihre Basen setzt sich der dorsale Teil des Maxillendoppelrohres in den Speichelgang fort (Abb. 1). Dieser führt weiter in die Speichelpumpe, welche die Form eines in der Mitte verengten, aber oben und unten ausgebauchten Kelches zeigt. In ihn mündet dicht neben der Eintrittsstelle des von den Maxillen kommenden Speichelganges der Zuführungskanal für den Speichel. Dieser ist kurz vor seinem Eintritt in die Pumpe apikalwärts umgebogen und gabelt sich vor derselben in zwei Schläuche, die zu den Speicheldrüsen führen. Im Inneren der Speichelpumpe befindet sich eine Art Stempel, der mit seiner etwas verbreiterten Grundfläche die Öffnung zum Speichelgang verschließt und an seinem vorderen Ende durch starke Muskeln mit dem Mundskelett verbunden ist. Durch diese Muskeln kann der Stempel angezogen werden, wodurch einmal der Speichelgang geöffnet wird und zum anderen ein Sog entsteht, der Speichelsekret aus den Drüsen ansaugt. Schnellt der Stempel dann wieder in seine alte Lage zurück, wird das angesaugte Sekret durch den Speichelgang in das maxillare Speichelrohr gedrückt. Da dieser Bewegungsvorgang sehr schnell und ziemlich kontinuierlich abläuft, wird fast ununterbrochen Speichel durch die Maxillen ausgestoßen. Mit ihrer durch den Stempel verschlossenen Ausflußöffnung sitzt die Speichelpumpe einem stark chitinisierten konischen Gebilde auf, das wahrscheinlich als Widerlager dient und einen Kanal für den Speichelstrom besitzt.

Ventralwärts von der Speichelpumpe liegt der flaschenförmig gestaltete Pharynx. Durch seitliche Kontraktionen seiner Wände, die sich wie das Öffnen und Schließen einer Faust ansehen, wird ein Unterdruck erzeugt, der den Nahrungssaft aus dem pflanzlichen Gewebe ansaugt.

Der an den Pharynx anschließende Oesophagus verläuft noch ein kurzes Stück apikalwärts und macht dann einen scharfen Bogen nach rückwärts, ehe er sich zum Magen erweitert. Nach Disselkamp (1954) ist dieser ein kugeliger blindgeschlossener Sack, der von den Malpighischen Gefäßen kelchartig umschlossen wird. Letztere setzen sich auf der dem Magen abgewandten Seite in einen dünnen Darm fort, welcher sich kurz vor seinem Ende zu einer Rektalblase erweitert und durch den Anus nach außen mündet. Dort, wo sich der Darm zur Rektalblase erweitert, sind an seinen Außenwänden die Vasa Malpighi mit Ligamenten befestigt.

Während die Blattläuse im allgemeinen einen glattdurchgängigen Magen-Darmtraktus besitzen, ist derselbe bei vielen Cocciden, insbesondere den Diaspinen, stark abgewandelt. Die Aspidioten haben keine durchgängige Verbindung mehr; es ist eine Aufteilung in zwei voneinader unabhängige

Systeme erfolgt. So hat z.B. *Lepidosaphes ulmi* (die Gewöhnliche Kommaschildlaus) einen freiliegenden blindgeschlossenen Magensack, der durch zwei Ligamente am getrennt für sich liegenden Enddarmsystem festgehalten wird (Suter, 1932). Bei der SJS sind auch diese Ligamente weggefallen. Dafür bietet der Magen den um ihn herumgreifenden Vasa Malpighi einen Halt. Eine direkte Überleitung des Nahrungsstromes aus dem Magensack über die Malpighischen Gefäße in den Enddarm im Sinne der Filterkammer anderer Cocciden wird trotz dieser Lage nicht angenommen. Offenbar diffundiert die eingesogene Nährsubstanz aus dem Magen in die Leibeshöhle. Demzufolge muß eine Vorverdauung extraintestinal in der Wirtspflanze erfolgen. Hierin liegt eine besondere Funktion des von dem Insekt ausgeschiedenen Sekretes. Es muß Fermente enthalten, die großmolekulare Bestandteile der Zellen in kleinmolekulare umwandeln, wodurch erst eine Aufnahme der Nahrung durch das englumige Nahrungsrohr für das Tier möglich wird. Mit dieser Umwandlung verbunden ist naturgemäß auch der Abbau artfremder Eiweiße in für das Insekt verwertbare niedere Bausteine. In dem Magensack, dessen Wände aus Drüsenzellen bestehen (Disselkamp, 1954), erfolgt dann der Wiederaufbau zu arteigenen Stoffen, die über die Leibeshöhle in die tierischen Gewebe diffundieren. Die von Disselkamp (1954) an der Übergangsstelle der Malpighischen Gefäße in das Rektum gefundene Zone sekretorischer Zellen, deren Funktionen noch nicht geklärt ist, hat wahrscheinlich mit der Schildbildung, aber nichts mit der Stoffumwandlung bzw. der Ernährung zu tun.

## II. Die Wirtspflanzen der SJS

*Aspidiotus perniciosus* ist ausgesprochen polyphag (Thiem, 1953). Der Einteilung in Haupt-, Neben- und gelegentliche Nebenwirtspflanzen sowie nicht befallene Pflanzen liegt der Lebenslauf des Schädlings auf den betreffenden Pflanzen zugrunde, je nachdem ob die Jungläuse rasch oder langsam eingehen oder vereinzelte oder viele Weibchen ihre Entwicklung beenden. Es sind in dieser Hinsicht alle Übergänge vorhanden. Die Einteilung der Pflanzen in eng begrenzte Befallsklassen wird daher immer nur relativen Charakter haben. Darin besteht zwischen den Forschern weitgehende Übereinstimmung. Thiem (1953) hat seiner Zusammenstellung einen Abschnitt über die „Befallsverhältnisse bei Schildläusen im allgemeinen" vorausgeschickt. In diesem verweist er auf die ihm bekannte, auf seine Anregung hin von Welsch (1937) für *Eulecanium corni* und von Zielke (1942) bei *Fonscolombea fraxini* untersuchte und bewiesene Abhängigkeit der Befallsverhältnisse vom Standorte der Wirtspflanzen sowie auf die beobachteten Befallsschwankungen bei ein und derselben Pflanzenspecies.

Die mehr oder weniger unterschiedliche Befallsbereitschaft der Pflanzen, im wesentlichen von ihrem Charakter und dessen Beeinflußbarkeit durch Umweltverhältnisse (Standort, Klima, Wetter, Unterlage) abhängig, wird aber auch vom Schmarotzer und dessen Beeinflußbarkeit durch die Umgebung bedingt. Konvergieren z. B. in heißen Sommermonaten wichtige Eigenschaften von Wirtspflanzen und Parasit, so kommt ein ganz anderes Befallsbild zustande als bei Lebenslagen mit divergierender Tendenz hinsichtlich Veranlagung von Pflanze und Schmarotzer. Hinzu kommt auch die Abhängigkeit des SJS-Dauerbefalls der Pflanzen von der anfänglichen Befallsstärke. Auch ausgesprochene Wirtspflanzen wie Apfel, Johannisbeere, Birne, Weide, Weißdorn usw. sind in allen ihren Teilen nicht gleichmäßig befallsfähig, wie aus hier nicht näher aufgeführten (nicht veröffentlichter Bericht) Besiedelungsversuchen hervorgeht.

Für das Studium über die Folgewirkung des Saugaktes der SJS kommen nur Pflanzen mit der Neigung zur Massenvermehrung des Schädlings in Betracht.

Zu den wichtigsten Hauptwirtspflanzen der SJS gehören die Vertreter Johannisbeere, Apfel, Birne, Quitte, Japanische Quitte, Pfirsich, Kirsche, Japanische Zierkirsche, Weißdorn und Zwergmispel, um nur einige zu nennen.

### III. Befallsorgane und äußerlich sichtbare Befallsveränderungen

Bei den SJS-anfälligen Pflanzen können alle oberirdischen Teile bis dicht über den Erdboden befallen werden. Doch tritt der Befall nicht in bestimmter Reihenfolge auf. So beobachteten Marlatt (1906), Quaintance (1950), Vaysierre (1913), daß beim Pfirsich vornehmlich zuerst das ältere Holz und später allmählich auch das jüngere befallen wird, wohingegen bei Apfel und Birne besonders die äußersten Enden bevorzugt angenommen werden sollen. Bei der Besiedelung der Blätter, die zumeist erst bei stärkerem Befall eintritt (Thiem, 1948), sollen die Schildläuse besonders auf der Blattoberseite beiderseits der Mittelrippe sitzen und die Zahl der Männchen die der Weibchen übertreffen (Marlatt, 1906).

Daß anfällige Pflanzen bei länger andauerndem Massenbefall durch die SJS absterben, wird von allen Autoren festgestellt. Über das Auftreten äußerlich sichtbarer Veränderungen als Folge des Saugens der Schildlaus gehen die Beobachtungen auseinander. So fand Thiem (1949) ein gelegentliches Auftreten von geringfügigen Eindellungen als Folge von Wachstumshemmungen im Bereich der saugenden Läuse an Stämmen, Ästen, Zweigen und Früchten. Nach Fulmek (1941), Melis (1943), Thiem (1949) u. a. zeigen sich an den Pflanzen weiter als Befallsfolgen Kümmerungserscheinungen im Wachstum und Frühjahrsaustrieb, ein Rissigwerden der Rinde, sowie bei leichterem Befall gesteigerte Empfindlichkeit gegen sekundäre Einflüsse wie Frost oder auch die als Winterspritzmittel gebräuchlichen Ölemulsionen. Darüber hinaus beschreibt Sachtleben (1933) Mißfarbigkeit, Rauhwerden u. dgl. von stark verseuchten Früchten. Im Gegensatz dazu stehen die Beobachtungen von Morstatt (1908) und v. Tubeuf (cit. nach Morstatt), wonach keine äußerlich sichtbaren Saugvertiefungen auftreten sollen.

## B. Die innere Beeinflußung der Pflanze durch die Ernährungsweise der SJS

### I. Material und Methode

#### *a. Pflanzenmaterial*

Die Untersuchungen wurden an Apfel, Birne, Johannisbeere, Kirsche und Pfirsich sowie an Zwergmispel *(Cotoneaster spec.)*, Japanischer Quitte *(Cydonia japonica)*, Japanischer Zierkirsche *(Prunus japonica)*, Pappel und Weide durchgeführt. Die Entnahme des verarbeiteten Materials von verschiedenem Alter erfolgte in der Hauptsache im Laubzustand. Nur von der Japanischen Zierkirsche waren die Zweige im Winter geschnitten worden.

#### *b. Arbeitsmethode*

Zur Gewinnung brauchbarer Bilder wurde in verschiedener Weise vorgegangen. Nur zum kleinen Teil ist das Pflanzenmaterial fixiert worden. Der weitaus größte Teil wurde frisch verarbeitet, indem Rasiermesser- und Gefrierschnitte gefertigt worden sind. Einige wenige Präparate wurden erhalten unter Verwendung eines Versuchsmodells des Persidskischen elektrischen Schwingungsmikrotoms, für dessen freundliche Überlassung Herrn Persidski wie auch der Firma R. Jung AG Heidelberg an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Mit diesem Instrument ließen sich gute Frischschnitte von weichem und elastischem Gewebe, wie es z. B. bei Blattstielen vorliegt, auch noch unter 20 $\mu$ Schnittdicke herstellen. Für meine Zwecke war die Stärke von 20 $\mu$ und 25 $\mu$ ausreichend.

Fixiert wurde mit Farmers Flüssigkeit (1 Teil Eisessig plus 2 Teile Alc. abs.), mit welchem Mittel auch Vos (1930) sehr zufrieden war. Das so fixierte Material wurde nach Einbetten in Paraffin am Mikrotom geschnitten (Schnittstärke 20 $\mu$ und 25 $\mu$), darauf mit Safranin angefärbt und nach Gegenfärbung mit Lichtgrün in Canadabalsam eingelegt. Dadurch erschienen die Speichelscheiden und die Leitbündel rot, während die parenchymatösen Gewebe grün gefärbt waren. Die Rasiermesserschnitte sind, soweit sie nicht ungefärbt in Glyzeringelatine aufbewahrt wurden, in Ruzicka-Gemisch (1 Teil Neutralrot 0,5 % plus 1 Teil Methylenblau 0,5 %, beide in NaCl-Lösung 0,6 %) vital angefärbt und nach anschließender Fixierung in Ammonmolybdat in Canadabalsam oder auch in Glyzeringelatine überführt worden. Nach Strassburger (1921) soll sich durch dieses Gemisch eine selektive Anfärbung des Zellplasmas von gesundem und lebendem gegenüber dem von totem Pflanzengewebe erreichen lassen, indem das lebende die rote, das tote die blaue Komponente auf-

nehme. Bei meinen Schnitten versagte diese Methode völlig. Um einen färberischen Nachweis von gesundem und geschädigtem Gewebe zu erbringen, wurde eine Anfärbung von Frischschnitten mit Acridinorange und nachfolgender Betrachtung unter dem Fluoreszenzmikroskop versucht. Nach STRUGGER (1949) sollen dabei gesundes Gewebe tiefgrün, totes kupferrot und geschädigtes je nach dem Grad der Schädigung in einem mehr zum Tiefgrün oder zum Kupferrot hinneigenden Gelbgrün fluoreszieren. Die hierfür angefertigten Rasiermesserschnitte erwiesen sich in jedem Falle als zu dick. Es traten Überstrahlungen auf, die ein einwandfreies Erkennen der Farbnuancen von grün nach gelbgrün und weiter nach kupferrot unmöglich machten. Der Versuch, mit dünneren Gefrierschnitten zum Ziel zu kommen, scheiterte an technischen Schwierigkeiten, da das Gefriermikrotom und das Fluoreszenzmikroskop in zwei räumlich ziemlich weit auseinanderliegenden Instituten untergebracht waren.

Während die zuerst angegebenen Verfahren vornehmlich an Blättern, Blattstielen und Früchten Verwendung fanden, wurden die Gefrierschnitte (Schnittstärke 25 $\mu$) und Fluoreszenzmethode nur bei verholzten Teilen (Zweigen, Ästen und Stammstückchen) angewandt. Die Gefrierschnitte sind nach dem Schneiden in Formol (40 %) fixiert und danach in Canadabalsam eingelegt oder unfixiert in Glyzeringelatine aufgehoben worden.

Leider ließ sich nicht vermeiden, daß sowohl bei den Gefrier- als auch bei den Paraffinschnitten an Stellen mit sehr zartwandigen Geweben und da, wo Gewebe unterschiedlicher Festigkeit aneinanderstießen, durch das Schneiden Risse entstanden. Sie haben das mikroskopische Bild nicht erheblich verändert und die Klärung der gestellten Frage kaum beeinträchtigt.

## II. Der Saughof

### *a. Allgemeines*

Bei empfindlichen Pflanzen, besonders bei verschiedenen Apfelsorten, zeigt sich an von SJS befallenen Blättern, Blattstielen, Früchten und glattrindigen Trieben um das Insekt herum häufig eine blaurote Verfärbung des Gewebes. Bei starken Verkorkungen ist sie gewöhnlich erst nach Durchführung eines Schabeschnittes zu erkennen. Während sie bei den Früchten, den Blättern und ihrem Stiel im allgemeinen nicht allzuweit in die Tiefe geht und kaum über die obersten Gewebeschichten hinausreicht, kann sie sich bei verholzten Trieben manchmal bis tief in den Splint hinein erstrecken. So sind auch die in Abb. 3 dunkel gefärbten Gewebepartien im frischen Schnitt stark blaurot verfärbt gewesen. Mit zunehmender Stärke und Dauer des Befalls sterben die betroffenen Pflanzenteile ab unter Umschlagen des roten Farbtons ins Braune.

Wie erwähnt, tritt die Rotverfärbung bei SJS-Befall auffällig unterschiedlich auf. Sie ist am stärksten bei Apfel, dann weiter bei Birne und Pfirsich, dagegen bei Johannisbeere, Kirsche und Zwetsche sehr selten oder gar nicht anzutreffen. Bei den anderen mit herangezogenen Gehölzen war sie bei Weide deutlich, bei Japanischer Quitte und Japanischer Zierkirsche zumindest bei Durchführung eines Schabeschnittes deutlich, bei Pappel aber gar nicht zu sehen. Offenbar, zumeist sorten- und ausreifebedingt, kann sie bei sonst sehr heftig reagierenden Arten und Sorten ausbleiben, wie an den Früchten von Goldparmäne und Weißem Klarapfel beobachtet werden konnte. Wo SJS nur einzeln sitzen, bleibt die Rötung begrenzt. Sie erstreckt sich dann nur über einen in bezug auf Form und Intensität vielfach unterschiedlichen kleineren Bereich rund um den Schmarotzer, den sog. Saughof, während alle außerhalb desselben gelegenen Partien ihre normale Farbe behalten. Sitzen die Schildläuse in großer Zahl dicht beieinander, so entstehen durch das Ineinanderlaufen der einzelnen Saughöfe gleichmäßig gerötete Flächen. Nur die Stelle, die der Parasit mit seinem Körper deckt, bleibt als heller unverfärbter Fleck erhalten.

Rotgefärbter Zellsaft kommt in der freien Natur häufig vor. Man denke nur an die Vielfalt der Blütenfarben, die roten Blätter z. B. der Blutbuche, die Reifefarbe der Früchte u. a. m. Vielfach zeigen auch Pflanzen beim Frühjahrsaustrieb an den jungen grünen Teilen eine leichte Rötung in den Parenchymzellen. Ihre Entstehung verdankt sie nach Overton (1899) neben den noch verhältnismäßig kühlen Frühjahrstemperaturen und dem Licht vor allem einem in den betreffenden Zellen vorhandenen Zuckerüberschuß.

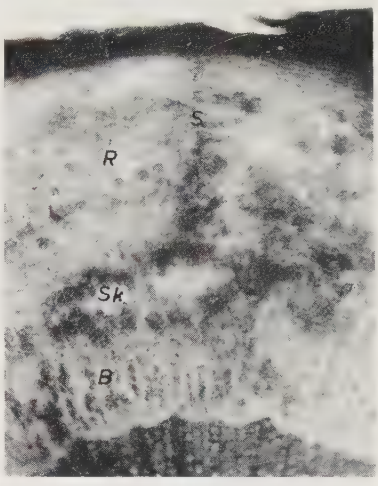


*Abb. 3.* Verlauf eines Saugkanals der SJS in der Rinde. Die an den Stichkanal mittelbar und unmittelbar angrenzenden dunklen Zellen blaurot verfärbt. Querschnitt durch einen *zweijährigen Trieb von Apfel* (Jakob Lebel). Vergr.: ca. 40fach. Bezeichnungen wie Abb. 7.

Neben dem natürlichen Auftreten von gefärbtem Zellsaft gibt es Fälle, in denen eine Pflanze auf von außen kommende Störungen mit einer Verfärbung der Gewebe reagiert. Diese Störungen können sowohl parasitärer als auch nichtparasitärer Natur sein. In letzterer Hinsicht sei auf das Auftreten einer Gewebeverfärbung als Folge von Verletzungen, z. B. bei Hagel, Sonnenbrand u. ä., hingewiesen. Bei parasitären Störungen kann sich unter dem Einfluß des Parasiten das Gewebe verfärben (röten), z. B. die tiefroten Blattgallen am Weißdorn beim Befall mit Yezaburaläusen, oder es wird die Ausbildung einer natürlichen Farbe des Gewebes (Reifefarbe) gehemmt. So sind nach Kochs (1899) die z. B. an Citrusfrüchten bei Befall mit *Aspidiotus hederae* (Vall.) Sign. (= *Asp. nerii* Bché.) häufig auftretenden grünen Chlorophyllinseln eine Reifeverzögerung. Durch den Saugakt der Laus bleibt das Assimilationsgewebe in der Fruchtschale unter Beibehaltung von grünem Chlorophyll erhalten, während bei normaler Reife die Chloroplasten unter Gelbverfärbung schrumpfen.

### *b. Bisheriger Stand*

Die Rotfleckung an Äpfeln bei Schildlausbefall soll ein Zeichen vorzeitiger Reife sein (Kochs, 1899). Je nach der Schildlausart, die sie verursache, und je nach der Stelle, an der das Insekt sitze, sei sie in Form, Tiefenwirkung und Intensität verschieden stark ausgeprägt, am stärksten jedoch bei der SJS. Dagegen habe bei Befall mit *Asp. ancylus* Putn. bei natürlich ausgereiften Äpfeln die rote Schale einen gelben bzw. gelbgrünen Fleck, dessen Untersuchung im Assimilationsgewebe Chlorophyll aber keinen roten Zellfarbstoff ergeben habe.

Die parasitär hervorgerufene Rotverfärbung erfolgt nach Kochs (1899) nur bei gleichzeitiger Einwirkung von Licht und Saugakt der Schildlaus. Die Annahme einer *Giftwirkung* des von dem Parasiten ausgeschiedenen Speichelsekretes sei nur bedingt richtig. Die Bildung der roten Flecke an Früchten stelle eine Art Frühreife dar, zumal der vom Schmarotzer kommende rote Zellsaft mit dem der natürlichen Reife identisch sei. Die Schildläuse könnten durch Enzyme feste Kohlehydrate (Stärke) in flüssige (Zucker) umwandeln, ein der natürlichen Reife zugrunde liegender Vorgang. Die Bedeutung des Lichtes für die Entstehung der roten Flecken erhellt aus der Tatsache, daß die vom Insekt bedeckte Stelle immer unverfärbt bleibt.

Schließlich wies Kochs (1899) noch auf die Notwendigkeit des Vorhandenseins eines Gerbstoffes oder gerbstoffähnlichen Körpers hin; eine durch Untersuchungen von Petri

(cit. nach Zweigelt, 1914) gestützte Annahme, wonach bei von Reblausbefall absterbenden Zellen eine Bräunung infolge Oxydation von Tannin und anderen Phenolen stattfindet.

Nach Morstatt (1908) begleiten braun verfärbte Zellen den Saugkanal von *Epidiaspis betulae* (Bär.) Ldgr. (= *Diaspis fallax* Horv.), oder sie umgeben sein Ende.

Heriot (1944) hält die beim Saugakt von Cocciden auftretende Verfärbung der Gewebe für eine Wundreaktion. Sie werde durch die mechanische Beschädigung hervorgerufen und sei nicht die Auswirkung einer *toxischen* Substanz.

### *c. Stellungnahme*

Die Rötung des Saughofes bei SJS-Befall dürfte ihre Ursache analog den Angaben von Kochs (1899) und Overton (1899) haben. Gegen eine „Nur-" Wundreaktion im Sinne von Heriot (1944), die auch gegeben sein kann, spricht ihre gefährliche Auswirkung bei Massenbefall. Die Schildlaus erzeugt beim Ab- und Umbau des Zellinhaltes in für sie geeignete Stoffe, unter anderem auch durch Verflüssigung fester Kohlehydrate, eine Art Zuckerüberschuß. Das Anthozyan, vermutlich identisch mit dem beim Saugstich der SJS auftretenden roten Farbstoff, besteht bekanntlich aus einem Zucker und einer an diesen gebundenen aromatischen Farbstoffkomponente, dem Anthozyanidin (Lehrbuch der Botanik, 1947). Soweit sie an Früchten auftritt, wäre sie somit als eine Art örtliche Frühreife anzusehen. Dort ist sie auch, wie Thiem (1951) feststellen konnte, reversibel, so z. B. beim Befall mit Jungläusen, die vor Abschluß ihrer Entwicklung zugrunde gehen. Danach kann dem Wundreiz nicht die ausschlaggebende Bedeutung für das Auftreten einer Rotverfärbung zukommen, da dieser nach dem Tode des Schmarotzers durch die im Gewebe steckenbleibenden Borsten erhalten bleibt.

Wie erwähnt, tritt die Rötung des Saughofes als Folge des Stiches bei von der SJS befallenen Pflanzen nicht immer in gleicher Weise auf. Es sind hier Unterschiede zu beobachten, die nicht nur zwischen den einzelnen Gattungen bestehen (z. B. Apfel und Weide haben einen roten Saughof, dagegen Johannisbeere und Pappel für gewöhnlich nicht), sondern sogar innerhalb derselben Art zwischen verschiedenen Sorten auftreten können (Früchte von Jakob Lebel und Cox Orange zeigen eine Rötung, die von Goldparmäne häufig nicht). Selbst innerhalb der Früchte von derselben Sorte können diese Unterschiede beobachtet werden. Dieses verschiedenartige Verhalten scheint mir in erster Linie zu beruhen auf dem jeweils gegebenen physiologischen Zustand, auf der Reaktionsbereitschaft der gerade besogenen Stelle. In dieser Annahme bestärken mich noch die folgenden Fälle. Bei der Frucht eines Weißen Klarapfels war nur die eine Hälfte der Stielgrube durch viele ineinanderlaufende Saughöfe rot verfärbt, während die andere wie auch die ganze übrige Frucht trotz starken Besatzes mit SJS keinerlei Rötung erkennen ließ. Zum anderen sah ich ein Johannisbeergrundstück (Sorte „Rote Kirsch"), auf dem an einzelnen Blättern und Blattstielen nur einer Pflanze eine schwache, aber deutlich sichtbare Rötung des Saughofes zu erkennen war, während die übrige Pflanze und die anderen Sträucher das nicht zeigten.

Daß ökologische Faktoren (Standort-, Klimaverhältnisse u. dgl.) sowie Alters- und Entwicklungszustand der Wirtspflanzen, Faktoren, die den physiologischen Zustand der ganzen Pflanze oder einzelner Teile verschieden beeinflussen, von Bedeutung sind, geht eindeutig aus den schon erwähnten Untersuchungen (S. 284) von Welsch (1937) und Zielke (1942) hervor. Nach Beobachtungen von Thiem (1953) reagiert eine Holzpflanze als „Einheit" nicht gleichsinnig. Infolgedessen unterliegt auch ihre Befallsbereitschaft recht

erheblichen Schwankungen, indem einzelne Pflanzenteile in ihren verschiedenen Abschnitten sich unterschiedlich ein und derselben Schildlausart gegenüber verhalten können.

Der rote Saughof zeigt Unterschiede in Form, Größe und Farbintensität. In der Mehrzahl der Fälle ist er ein rundlicher Fleck, der deutlich einen inneren intensiver und einen äußeren schwächer gefärbten Teil erkennen läßt, obwohl beide ineinander übergehen und nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind. Auch der schwächer gefärbte Teil zeigt keine deutliche Abgrenzung gegen die nicht verfärbte Umgebung; er geht allmählich in diese über. Das Insekt sitzt in der Regel exzentrisch in der Zone stärkster Rötung. Bei Früchten findet man diese Art der roten Saughöfe am häufigsten an den Seiten (sofern man Kelch- und Stielgrube als oben oder unten betrachtet). Ihre seitliche Ausdehnung kann bei einem Durchmesser des Lausschildes von 0,5 mm für den intensiver gefärbten Teil bis zu einem Durchmesser von 2,5 mm gehen und mit dem schwächer gefärbten Teil zusammen einen solchen von 4,5 mm erreichen, was einem Verhältnis von 1:9 entspricht.

In den Kelch- und Stielgruben findet man häufig rote Flecken, deren Form, wahrscheinlich bedingt durch die Art des Lichteinfalles, mehr länglich-oval ist. Ihre flächige Ausdehnung kann bei einem Schilddurchmesser der Laus von ebenfalls 0,5 mm bis zu 2,5 mm in die Breite und 5 mm in die Länge betragen, was einem Verhältnis von 1 : 10 entspricht. Auch hier sitzt der Parasit mehr oder weniger exzentrisch. Vielfach ist dabei kein Unterschied zwischen einem intensiver gefärbten Innenhof und einem schwächer gefärbten Außenhof zu erkennen, vielmehr ist die Rötung gleichmäßig schwach ausgeprägt. Offenbar hatte in den Gruben die Lichteinstrahlung nicht überall die gleiche Intensität. An den weniger stark dem Licht ausgesetzten Stellen unterbleibt dann die Ausbildung des kräftiger gefärbten Innenhofes.

An Blättern, Blattstielen und noch jungen, grünen Trieben herrscht die rundliche bis länglich-runde Form der Rotfleckung vor. An den älteren Trieben, größeren Ästen und Stämmen überdeckt die dunkle Farbe der Außenborke die Rötung so stark, daß sich Form oder Intensität der roten Flecken äußerlich nicht feststellen läßt. Vielmehr gibt erst die Durchführung eines Schabeschnittes darüber Auskunft, ob eine Rötung eingetreten ist oder nicht.

Zusammenfassend ist folgendes zu sagen. Empfindliche Pflanzen, besonders unter den Apfelsorten, reagieren auf den Saugstich der SJS vielfach mit einer Rotverfärbung der im Bereich des sog. Saughofes liegenden Gewebe. Form, Größe, Intensität und Tiefgang dieser Rötung sind verschieden. Während sie bei verholzten Trieben bis in den Splint hineinreichen kann, geht sie bei Früchten und krautigen Organen im allgemeinen nicht über die obersten Gewebeschichten hinaus. Je nach der Dichte der Besiedlung sind es nur einzelne rote Flecken oder mehr oder weniger gleichmäßig gerötete Flächen. Die Ursachen für das Auftreten einer Rötung scheinen komplexer Natur zu sein. Die Hauptursachen sind Saugakt, Lichteinwirkung und der physiologische Zustand des besogenen Pflanzenteiles des Wirtes.

## III. Der Stichkanal

### *a. Derzeitiger Stand*

Über die Art und Weise, wie Aphiden und Cocciden ihre Wirtspflanzen anstechen und ihre Saugborsten in deren Gewebe führen, hat erstmalig Büsgen (1891) in seinem Werk „Der Honigtau" Eingehenderes ausgeführt. Nach dem Verlauf der Borstenbündel hat er drei Haupttypen unterschieden.

Beim ersten Typ, den *Aphiden* eigen, verläuft der Stich im Parenchym *interzellulär* und nahezu parallel zur Oberfläche. Erst in den Sekretschläuchen wird er intrazellulär und bleibt dann so. Stößt er auf seinem weiteren Weg in die Tiefe an einen Markstrahl, biegt er nach rückwärts um und zieht in den Weichbast, um hier zu enden. Dabei werden Bastfasern umgangen, jedoch vereinzelt Hartbast und Ringe sklerotischer Zellen interzellulär durchbohrt.

Beim zweiten Typ, den *Cocciden* eigen, geht der Saugkanal vornehmlich *intrazellulär* auf die Gefäßbündel zu. Es wurden jedoch auch Stiche gefunden, die dem ersten Typ stark ähnlich waren, da sie nahezu parallel zur Oberfläche verliefen, ohne an das Gefäßbündel heranzureichen.

Beim dritten Haupttyp mit geradezu durchgehendem Kanal, einigen *Rinden-* und *Wurzelläusen* eigen, verlaufen die Borsten hauptsächlich *intrazellulär* in den jüngsten Siebteil bzw. ins Cambium.

Der Hauptnahrungsentzug findet demnach bei Typ II und III vornehmlich im Siebteil oder Cambium statt, wo er die meisten Verzweigungen des Stichkanals fand, ohne dabei eine besondere Bevorzugung bestimmter Elemente erkennen zu lassen. Im Parenchym vorgefundene Verzweigungen werden als Probestiche bezeichnet.

Nach Morstatt (1908) führt die Rote Austernschildlaus (*Epidiaspis betulae* (Bär.) Ldgr. = *Diaspis fallax* Horv.) ihre Stechborsten in gerader Linie intrazellulär durch den Kork. Im Inneren der Rinde weichen sie von der geraden Linie ab und verlaufen teilweise interzellulär. Sklerenchymfasern werden umgangen. Der Stich endet in der zweiten Rinde, ohne in das Cambium einzudringen.

Die vielfach vertretene Ansicht, die Schildläuse entnähmen ihre Nahrung nur dem Cambium der Gefäßbündel, hat Kochs (1899) nicht immer bestätigt gefunden. So beobachtete er, daß die Schmarotzer im Fruchtfleisch die kleinen Gefäße umgehen und bei Blättern sowohl das Gefäßcambium als auch das Mesophyll besaugen. Bei jüngeren Zweigen erfolge der Stich stets ins Cambium, wo er fast rechtwinkelig umbiege, parallel zur Oberfläche weiterverlaufe und gelbbraune Streifen hinterlasse.

In neuerer Zeit waren es Vos (1930) und Enser (1941, 1950), die sich mit dem Saugstichproblem bei Schildläusen befaßten.

Nach Vos (1930) hält *Pseudococcus citri* (Risso) Fern. eine bestimmte Ordnung in der Besiedelung ihrer Wirtspflanzen ein, die nur bei starkem Besatz durchbrochen wird. Damit verbunden ist eine entsprechende Stichführung. Das erste Larvenstadium, das an der Blattunterseite zwischen den Nerven sitzt, treibt den Saugschlauch meist parallel zur Oberfläche in das als Nährgewebe dienende Parenchym vor. Die Zweitlarve besaugt die Nerven und sticht zwischen Nerv und Blattspreite bis ins Phloem. Dabei kommen auch Verzweigungen des Saugkanals vor. Die Drittlarve und auch das ausgewachsene Weibchen sitzen am Stengel unter den abgehenden Seitenästen, ein auch von anderen Schildlausarten bevorzugter Pflanzenteil. Für die zwei letzten Stadien werden drei Typen des Stichverlaufs aufgestellt: 1. Stiche bis ins Phloem, 2. Stiche durch einen Markstrahl bis ins Cambium, 3. Stiche bis ins Xylem und in die Zellen zwischen den Hauptgefäßen, fast nur bei ausgewachsenen Weibchen. Sklerenchym- und Kollenchymringe sind immer durchbohrt, aber nie umgangen. Verzweigungen finden sich im Parenchym (Vos, 1930; Fig. 17).

Nach Enser (1941, 1950) dringen die Saugborsten der SJS ziemlich senkrecht zur Oberfläche ein und stoßen auf kurzem Wege ins Cambium vor. Vor Bastfaserbündeln und Zellen mit Oxalatkristallen biegt das Saugbündel ziemlich scharf horizontal-tangential um. Von der Umbiegungsstelle läuft ein farbloser Tastkanal zu dem Hindernis hin. Eine Verzweigung solcher Tastkanäle ist selten und nur in einfacher Form zu finden. Der Borstenverlauf ist streng intrazellulär, und nur selten werden kleinere Hohlräume durchzogen. Im Cambium findet sich da, wo es an verholzte Gewebe anstößt, ebenfalls eine scharfe Umbiegung zur Seite. Langwellig verläuft der Saugkanal im Cambium und den angrenzenden Schichten der Rinde horizontal in der Schnittebene. Er endet meist in einer Cambiumzelle oder nach einer Umbiegung gegen die Peripherie hin in den dem Cambium nahen Zellen des Siebteils. Der verholzte gegen die Rinde vorstoßende Markstrahl wird stets umgangen, während der unverholzte Teil durchbohrt wird.

### *b. Eigene Feststellungen*

Bei *Blattspreiten* (Abb. 4) mit ihrer flächigen Gestalt und verhältnismäßig geringen Dicke fand ich in der Regel kurze Stichkanäle, die streng intrazellulär verliefen. In der Mehrzahl der beobachteten Fälle (ca. $^2/_3$) waren diese Kanäle mehr oder weniger stark gebogen ($S_1$, $S_3$). Die nur selten zu findenden Kanäle mit geradem Verlauf waren kürzer ($S_2$). Längere Stichbahnen waren nur festzustellen, wenn der Parasit dicht bei einem größeren Nerv saß und seine Borsten bis in dessen Gewebe geführt hatte. Eine Bevorzugung bestimmter Blattgewebearten wurde nicht beobachtet. Die Stiche zogen sowohl ins Mesophyll ($S_1$, $S_2$) als auch zu den Endtracheiden ($S_3$). Sie waren stets einfach ohne Endverzweigungen und rührten wohl alle von jüngeren Larven her.

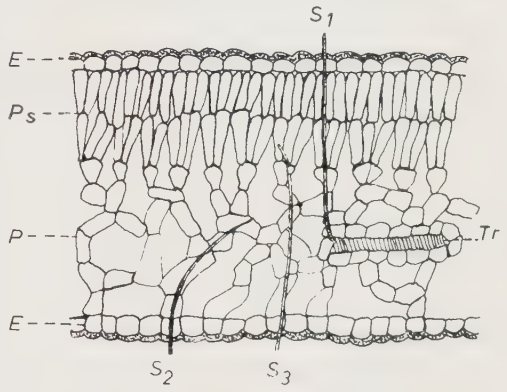


*Abb. 4.* Drei Saugstichformen in der Blattspreite ($S_1$-$S_3$). Schematischer Querschnitt durch ein *Apfelblatt* nach 3 Mikrophotos kombiniert und ergänzt. Vergr.: ca. 100fach. Bezeichnungen: E = Epidermis; PS = Palisadenparenchym; P = Parenchym; S = Saugkanal; Tr = Tracheide

Etwas anders liegen die Verhältnisse beim *Blattstiel* von mehr rundlicher Gestalt. Es sei das an dem Querschnitt durch einen Apfelblattstiel demonstriert (Abb. 5). Die Stichkanäle waren hier durchweg länger und gegenüber den einförmigen in der Blattspreite vielgestaltig. Verhältnismäßig häufig (etwas über $^1/_3$ aller beobachteten Fälle) verliefen sie gerade in die Tiefe, z. T. bis ins Leitbündel ($S_3$, $S_8$, $S_{10}$, $S_{12}$). Seltener traten die mehr oder weniger gebogenen Formen auf ($S_1$, $S_{13}$), die im Blatt überwogen. Sie verliefen teilweise erst gerade ins Parenchym und schlugen dann einen kurzen Bogen ($S_1$); teilweise bogen sie schon kurz nach dem Einstich um ($S_{13}$). Der Kanal zog dann in einem flachen, weiten Bogen schräg zur Oberfläche des Blattstieles in tiefere Gewebeschichten. In beiden Fällen endeten die Saugkanäle im Parenchym.

Fast ebenso häufig wie die gerade verlaufenden fand ich Saugkanäle mit welligem Verlauf durch das Parenchym zum Leitbündel ($S_4$–$S_7$).

Eine Besonderheit, die sonst nur noch bei Früchten gefunden wurde, stellt der Stichkanal $S_{11}$ dar. Er biegt kurz nach dem Einstich seitlich um und verläuft dann parallel zum Außenumfang. Dieser Typ war nicht häufig.

Ein großer Teil der beobachteten Stiche führte bis an oder in das Leitbündel. Es wurde das Phloem ($S_5$, $S_8$, $S_{10}$) und das Xylem ($S_3$) angestochen. Ein längerer Stichverlauf an der Grenze von Phloem und Xylem ($S_{12}$) wurde nur einmal gefunden und stellt m. E. eine Ausnahme dar.

In ihrer Gesamtheit verlaufen die Stiche vorwiegend intrazellulär; nur gelegentlich sah ich sie beim interzellulären Passieren einer einzelnen Zelle (Abb. 11) oder beim Durchtritt durch einen interzellulären Hohlraum. In einem Falle endete der Stich in einem interzellulären Hohlraum.

In der Stichbahn liegende Sklerenchymbündel können zu einer seitlichen Ablenkung des Saugkanals führen (Abb. 5, $S_9$). Werden diese durchbohrt, er-

folgt der Durchstoß gewöhnlich an der Berührungsstelle zweier Bündel, wo nur wenige Zellagen zu überwinden sind ($S_{10}$). Zentral durchbohrte Einzelbündel wurden nicht gefunden. Vermutlich kommt das auch vor, da verschiedentlich Kanäle, ohne vorher abzubiegen, auf das Bündel zustießen ($S_7$).

Bei Zellen mit Oxalatkristallen ist die Sachlage ähnlich. Es führten Saugkanäle um sie herum, aber ebenso häufig waren sie durchbohrt (Abb. 9). In beiden Fällen stießen mehrfach kürzere oder längere Kanäle, die von der Hauptstichbahn abzweigten, gegen den Kristall vor (Abb. 9).

Verhältnismäßig zahlreich waren Stichkanäle mit Endverzweigungen, einfachen Vergabelungen (Abb. 5, $S_1$), mehrästigen (Abb. 5, $S_2$, $S_3$, $S_{11}$) und vereinzelt vielästigen (bis zu fünf). Meist lagen sie am Ende einer Stichbahn, nur selten waren sie auf der halben, dreiviertel oder anderen Stichbahnlänge anzutreffen und zog ein Hauptast weiter in die Tiefe. Sie fanden sich nur im Parenchym, nie im Leitbündel.

In den *Früchten* (Abb. 6) sind die Saugkanäle im allgemeinen ebenso lang wie im Blattstiel, nur verschiedentlich sind sie länger. Auch in ihrer Form unterscheiden sie sich von diesen nicht. Etwas über die Hälfte zeigte einen fast geraden Verlauf in die Tiefe des Gewebes (Abb. 6, $S_1$-$S_4$). Daneben fanden sich auch die anderen schon bekannten Stichverläufe; bogige (Abb. 6, $S_6$), parallele zur Oberfläche und wellige (Abb. 6, $S_5$). Ein einzelner Stichkanal mit geradem Verlauf hatte im Parenchym eine seitliche schleifenartige Aus-

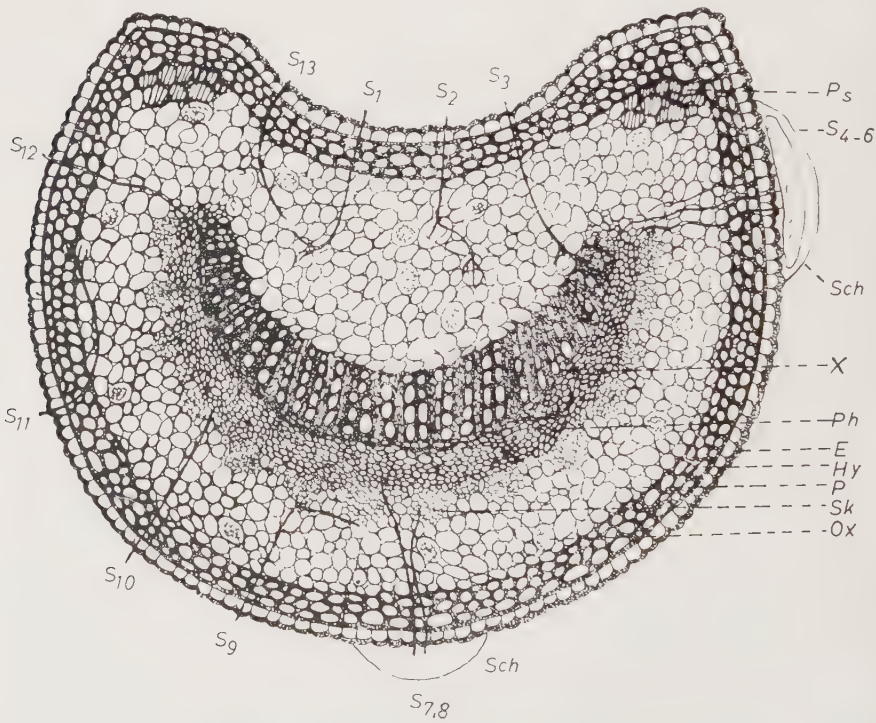


*Abb. 5.* Verschiedene Saugstichformen der SJS in einem Blattstiel ($S_1$-$S_{13}$). Schematischer Querschnitt durch einen *Apfelblattstiel* nach 9 Mikrophotos kombiniert und ergänzt. Vergr.: ca. 300fach. Bezeichnungen wie bei Abb. 4 und weiter: Hy = Hypodermis; Ox = Oxalatkristalle; Ph = Phloem; Sk = Sklerenchymbündel; Sch = Schildlaus, Schildlausschild; X = Xylem

buchtung (Abb. 6, $S_1$). Fast alle Stiche endigten im Parenchym des Fruchtfleisches, doch waren auch die darin liegenden kleinen Gefäße angestochen (Abb. 6, $S_5$).

Die längsten Saugkanäle hatten die *verholzten Triebe* (Abb. 7, 8). Sie unterschieden sich in der Art ihres Verlaufes bis auf wenige Ausnahmen fast nicht von den bisher besprochenen. Die Kanäle verliefen in etwas über der Hälfte der Fälle auch im verholzten Trieb fast gerade auf die Leitbahnen zu (Abb. 7, $S_2$-$S_4$, $S_6$, $S_8$; Abb. 8, $S_2$, $S_4$, $S_5$). Kurz nach dem Einstich schräg oder parallel zum Außenumfang ins Parenchym führende Saugkanäle kamen so, wie in Blattstielen und Früchten beobachtet, nicht vor. An ihrer Stelle fanden sich Stiche, die mehr oder weniger tief in der Rinde in verhältnismäßig flachem Bogen zur Seite zogen (Abb. 7, $S_5$, $S_7$; Abb. 8, $S_1$). Sehr seltene Saugbahnen, die in keinem der vorher besprochenen Organe beobachtet werden konnten, führten in S-förmiger Linie in die Rinde (Abb. 8, $S_6$) und endeten dort oder hörten mit einem scharf hakenförmigen Bogen in der Rinde auf (Abb. 8, $S_3$). Sie wurden nur einmal in einem verholzten Johannisbeertrieb angetroffen. Einen Ausnahmefall stellt auch Abb. 7, $S_1$ dar; nach längerem fast gera-

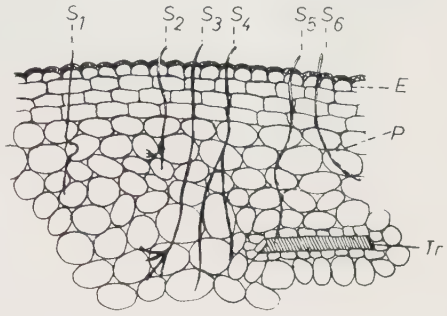


*Abb. 6.* Verschiedenartiger Stichverlauf in der Frucht ($S_1$-$S_6$). Schematischer Querschnitt durch eine *Apfelfrucht* nach 5 Mikrophotos kombiniert und ergänzt. Vergr.: ca. 300fach. Bezeichnungen wie Abb. 4.

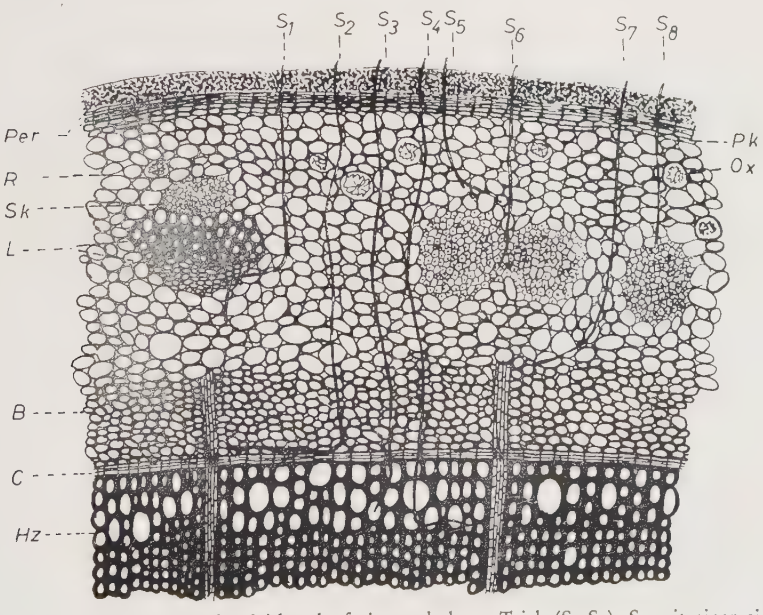


*Abb. 7.* Verschiedene Formen des Stichverlaufs im verholzten Trieb ($S_1$-$S_8$). $S_5$ mit einer einfachen Vergabelung im Parenchym. Schematischer Querschnitt durch einen *verholzten Apfeltrieb* nach 8 Mikrophotos kombiniert und ergänzt. Vergr.: ca. 300fach

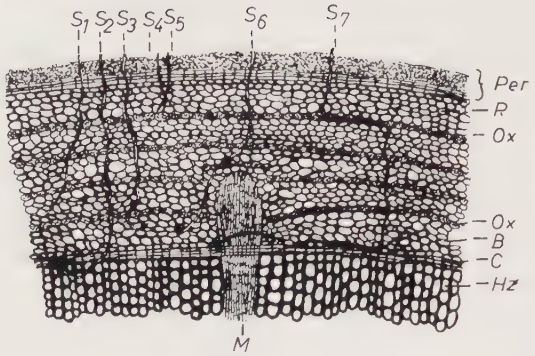


*Abb. 8.* Unterschiedliche Stichverläufe im verholzten Trieb ($S_1$-$S_7$). $S_7$ zieht streckenweise in einem Oxalatgang entlang. Schematischer Querschnitt durch einen *verholzten Trieb von Johannisbeere* nach 6 Mikrophotos kombiniert und ergänzt. Vergr.: ca. 200fach. Bezeichnungen Abb. 7. und 8.: B = Siebteil; C = Cambium; Hz = Holzteil; L = Leitbündel; Ox = Oxalatkristalle; Per = Periderm; Pk = Plattenkollenchym; R = Rindenparenchym; S = Saugkanäle; Sk = Sklerenchymbündel

dem Rindenverlauf schlägt der Kanal einen Haken, zieht in ein zur Seite gelegenes Leitbündel und sticht hindurch.

Die meisten Stiche führten in das Leitgewebe. Dort bogen sie fast rechtwinkelig zur Seite ab und zogen an der Grenze von Sieb- und Holzteil in mehr oder weniger welligem Verlauf weiter (Abb. 7, $S_2$; Abb. 8, $S_7$), oder sie drangen in den Holzteil vor und bogen dort zur Seite ab (Abb. 7, $S_3$; Abb. 8, $S_2$). Manchmal erfolgte die Umbiegung an der Grenze zum nächstältesten Jahresring (Abb. 7, $S_4$).

Der Stich verläuft vorwiegend intrazellulär. Wie beim Blattstiel wurden Sklerenchymbündel für gewöhnlich nur an der Berührungsstelle zweier Bündel durchbohrt. Dagegen konnte ein rechtwinkliges Abbiegen des Stichkanals vor einem Bündel nicht beobachtet werden. Durchbohrte einzelne Sklerenchymbündel wurden auch im verholzten Trieb nicht gefunden, obwohl Stichkanäle direkt auf ein solches zuführten (Abb. 7, $S_8$). Auch Zellen mit Oxalatkristallen sind umgangen oder durchbohrt worden. In einem verholzten Trieb von Johannisbeere (Abb. 8, $S_7$) zog ein Saugkanal ein ganzes Stück in einem Oxalatgang entlang, ehe er in die tieferen Gewebeschichten umbog. Endverzweigungen wurden nur vereinzelt gefunden (Abb. 7, $S_5$). Sie lagen als einfache Gabelungen im Parenchym der Rinde.

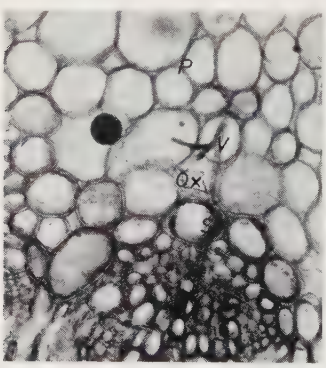


*Abb. 9.* Dreifache Endverzweigung eines Stichkanals in der Zelle vor einem Kristall. Der Hauptast zieht durch die kristallhaltige Zelle hindurch in das Xylem, ein kleiner Tastkanal trifft auf den Kristall, der dritte Ast führt in eine Parenchymzelle. Querschnitt durch einen *Apfelblattstiel* (Baumann's Renette). Vergr.: 375fach. Bezeichnungen wie Abb. 5 und weiter V = Verzweigung

### *c. Vergleichende Betrachtung*

Die Ausführungen lassen deutlich Unterschiede in dem Auftreten einzelner Stichformen erkennen. Der Parallelverlauf von Stichen zur Oberfläche bleibt auf krautige Teile (Blattstiele) und Früchte, S- und hakenförmig gebogene dagegen auf verholzte Triebe beschränkt. Ganz allgemein gesehen scheint indessen der Saugstich der SJS nahezu ungerichtet zu verlaufen. Augenscheinlich wählt das Insekt den Saugplatz nur nach den Oberflächengegebenheiten aus. Die Verhältnisse nach dem Einstich bleiben mehr oder weniger dem Zufall überlassen; vielleicht kann man in beschränkten Grenzen ein Auswahlvermögen

der Parasiten im Pflanzeninneren annehmen. Offenbar ist in diesem Ungerichtetsein des Stiches die verhältnismäßig hohe natürliche Mortalität der SJS besonders auf Blättern und Früchten begründet. Welche Schwierigkeiten verursacht allein das Durchbohren von Sklerenchymbündeln, auch wenn es nur an der Berührungsstelle zweier Bündel erfolgt. Während dieser Zeit steht dem Tier keine ausreichende Nahrung zur Verfügung; es muß verhungern, wenn die Saugborsten steckenbleiben oder zu viele Zellagen durchstoßen werden müssen. Die Abhängigkeit von einer bevorzugten Gewebeschicht der besogenen Pflanzenteile läßt sich nicht eindeutig feststellen; im Blattstiel können z. B. Phloem oder Xylem direkt angestochen werden. Indessen kann in Übereinstimmung mit Enser (1941, 1950) gesagt werden, daß Jungläuse fast nur bis in die oberen Parenchymschichten einstechen, während ältere Larven und Alttiere in die tiefer gelegenen Parenchymgewebe und die Leitbahnen vorstoßen.

Mit dem Zeitpunkt ihres Festsetzens und dem damit gegebenen Beginn der Schildbildung verlieren die Larven der SJS ihre Ortsbeweglichkeit. Damit verbunden ist die Rückbildung der Extremitäten im Laufe der Entwicklung. Da im Gegensatz zu den Aphiden bei der SJS die Chitinbekleidung der Saugborsten bei den Häutungen im pflanzlichen Gewebe zurückbleibt (Heriot, 1944; Krause, 1950), kann man unter einer weiblichen Altlaus bis drei Stichkanäle erwarten. Das ist der Fall in $S_4$-$S_6$ (Abb. 5) unter einem Alttier; dagegen lagen $S_7$ und $S_8$ (Abb. 5) unter einem Tier im Schwarzschildstadium.

Ursachen für die verschiedenen Stichformen lassen sich nicht feststellen. Vielleicht liegen sie im Bewegungsmechanismus des Borstenbündels begründet, vielleicht hängt es mit dem Zustand der Zellen (Turgorverhältnisse, Zusammensetzung des Zellinhaltes) zusammen. Für die letztere Möglichkeit sprechen besonders die Verzweigungen im letzten Teil des Stichverlaufs.

Wie bei den Stichformen lassen sich auch bei den Endverzweigungen krautige Pflanzenteile und Früchte den verholzten Trieben gegenüberstellen. Im Holz sind es in der Regel einfache, bei den nicht verholzten Teilen vorwiegend mehrästige. Sie wurden unabhängig vom Pflanzenteil *nur* im Parenchymgewebe gefunden. Im Gegensatz zu den Beobachtungen von Büsgen (1891) wurden bei der SJS im Siebteil bzw. Cambium keine Verzweigungen gesehen. Meistens hatten sie einen längeren Hauptast und je nach dem Pflanzenteil einen oder mehrere kleine Nebenäste. Das Insekt hat nach dem Aussaugen von Zellen aus irgendeinem Grund das Saugbündel begrenzt zurückgezogen und dann in anderer Richtung vorgestoßen. Manchmal hat man den Eindruck, als habe die frisch gehäutete Laus beim erneuten Einstich zufällig die Stechborsten wieder in den alten Kanal eingeschoben und kurz vor dessen Ende oder auch schon vorher in einer neuen Richtung weitergestochen (Abb. 12). Vereinzelt mögen es auch Versuchsstiche sein, was Büsgen (1891) angenommen hat. Als sog. Probestiche in seinem Sinn betrachte ich die mehr oder weniger kurzen Kanäle beim Passieren kristallhaltiger Zellen (Abb. 9), welche Enser (1941, 1950) als Tastkanäle gedeutet hat. Der Vergleich von Zweigelt (1914) der bei den Aphiden auftretenden Verzweigungen mit einem Haustoriensystem dürfte für die SJS kaum zutreffen, da es sich hier fast immer um Endverzweigungen von Stichkanälen handelt. Der Zweigeltschen Auffassung kommt allerdings die Darstellung von Vos (1930, Fig. 17) entgegen.

Bezüglich des Verhaltens des Stichkanals bei Sklerenchymbündeln und

Zellen mit Oxalatkristallen werden sowohl die Angaben von Vos (1930) als auch von Enser (1941, 1950) bestätigt.

Einstiche in Markstrahlen sind bis auf eine Ausnahme nicht beobachtet worden. Die über das Cambium verholzter Triebe hinausgehenden Stichkanäle führten alle direkt in den Holzteil. Soweit sie dabei eine Umbiegung an der Grenze zum nächstälteren Jahresring erfuhren, muß es offen bleiben, ob der Stich nicht schon in der voraufgegangenen Vegetationsperiode eingesenkt wurde. Ich habe den Eindruck, es handelt sich um Saugkanäle, die in dem zur Zeit der Materialentnahme gerade laufenden Wachstumsabschnitt angelegt wurden.

Ein Umgehen der Gefäße im Fruchtfleisch (Kochs, 1899) ist nicht gesehen worden.

Die Einordnung des SJS-Stichverlaufes in den Typ II nach Büsgen (1891) kann nur bedingt geschehen, da viele der für seine beiden anderen Haupttypen angegebenen Merkmale zu finden sind. Da außerdem die SJS keine nach Altersstufen unterscheidbare Besiedlungsnorm zeigt, läßt sich auch eine Klassifizierung nach Vos (1930) für *Pseudococcus* nicht vornehmen.

Zusammenfassung. Der Stichkanal verläuft nicht eindeutig und gleichförmig, aber doch vorwiegend *intrazellulär;* nur auf dem Weg ins Innere, bedingt auch interzellulär. *In mancherlei Beziehung* (Stichverlauf parallel zum Außenumfang, Anzahl der Äste von Endverzweigungen) *lassen sich nicht verholzte Organe* (Blätter, Blattstiel, Früchte) *den verholzten gegenüberstellen.* Doch finden sich bei beiden Gruppen übereinstimmende Züge in der Art der Stichführung. Sklerenchymbündel sowie Zellen und Zellgruppen mit Kristallen werden umgangen oder durchbohrt. Die uneingeschränkte Einordnung der SJS in einen bestimmten Stichtyp (Büsgen, 1891) oder in eine nach Altersstufen unterscheidbare Besiedelungsnorm bzw. Stichführung (Vos, 1930) ist nicht möglich.

## IV. Speichel, Speichelscheide (= Sekretscheide)

### *a. Derzeitiger Stand*

Nach Büsgen (1891) soll die Speichelscheide die Saugborsen auf ihrem Weg in das Innere des Pflanzengewebes stützen und festigen. Sie fehle nur im Inneren der Zellwände und sei da durch Zellulose ersetzt. In den Interzellularräumen sei sie besonders stark ausgeprägt. Die Borsten klafften weit auseinander, wenn sie einmal fehle. Büsgen (1891) sah in weiten interzellulären Hohlräumen an dem Borstenbündel große Tröpfchen hängen, ohne daß sie mit den umgebenden Wandbelägen kommunizierten. Außerdem wird eine Giftwirkung des Sekretes angenommen, da im Bereich des Saugbündels gelbgewordenes Chlorophyll und deformierte Zellkerne festgestellt wurden.

Zweigelt (1914) vertritt in seinen Ausführungen über das Saugphänomen der Aphiden die Ansicht, daß die Führung der Saugborsten nicht die Hauptaufgabe der Sekretscheide sein könne. Er fand Stellen mit scheidenlosen Borstenbündeln und intakten Borsten. Der Büsgenschen Auffassung über das Fehlen der Scheide im Inneren von Zellwänden pflichtet er bei. Nach Zweigelt (1914) soll jedoch die eigentliche Aufgabe der Sekrethülle darin liegen, bei interzellulärem Verlauf, der bei den Aphiden vorherrschend ist, die Mittellamelle zwischen den einzelnen Zellen aufzulösen und damit dem Saugbündel den Weg zu ebnen, zum anderen in der Beeinflussung der osmotischen Verhältnisse aller von den Stechborsten auf ihrem Weg ins Pflanzeninnere direkt oder indirekt berührten Zellen hinsichtlich der Organisation und der Regulierung des Nahrungsstromes zum Saugapparat hin. Aus Abbildungen geht hervor, daß nicht nur unmittelbar an den Saugkanal anliegende Zellen, sondern auch an diese angrenzende plasmolysiert werden. Daß der Speichel infolge einer giftig wirkenden Komponente auf Zellenteile desorganisierend wirken könne, wird nicht ausgeschlossen.

Nach Vos (1930) sind bei *Pseudococcus citri* im ersten Larvenstadium nur selten Spuren von Speichelausscheidungen zu finden. Im allgemeinen fehlt diesem Stadium eine Sekrethülle um die Borsten. Erst von der Zweitlarve an konnte eine deutliche Speichelscheide von jeweils konstanter Breite gesehen werden. Vos (1930) glaubt an eine auflösende Wirkung des Sekretes beim Durchbohren der Zellen, es unterstütze den mechanischen Vorgang. Eine vergiftende und die osmotischen Verhältnisse der Pflanzenzellen beeinflussende Eigenschaft des Speichels wird nicht angenommen.

Enser (1941, 1950) hat bei SJS die Sekretscheide immer nur in Parenchymzellen und nie im Xylem angetroffen.

### *b. Eigene Feststellungen*

Eine Gegenüberstellung der Speichelscheiden in nichtverholzten und verholzten Pflanzenteilen ist nicht möglich. Desgleichen sind in ihrem Auftreten keine altersbedingten Verschiedenheiten (Vos, 1930) festzustellen. Wie die drei Saugkanäle $S_4$–$S_6$ (Abb. 5) beweisen, haben die Stechborsten der SJS in allen Altersstufen eine Sekrethülle. Bei den mit Safranin gefärbten Paraffinschnitten leuchtete sie kräftig rot. Im ungefärbten Rasiermesser- und Gefrierschnitt war sie bernsteinfarben durchscheinend.

Die Auffassung von Büsgen (1891), die Sekretscheide diene vornehmlich der Festigung und Führung des Borstenbündels, trifft für die SJS in gewissen Grenzen (bei Biegungen) zu. Trotzdem können die Stechborsten kleinere (ca. 2,5 µ lange) und größere (ca. 53,5 µ lange) Strecken von Zellen und Interzellularen ohne Sekrethülle durchlaufen. In Abb. 10 hört die Sekretumkleidung des Borstenbündels vor seinem Eintritt in eine Parenchymzelle auf und tritt erst nach dem Passieren dreier solcher Zellen wieder in Erscheinung. Ein anderes Mal fehlte sie nur innerhalb einer Zelle (Länge ca. 21,5 µ). In keinem der Fälle erfolgt ein Auseinanderklaffen der Saugborsten während des scheidenlosen Verlaufes, wie man es nach der Büsgenschen Deutung hätte erwarten müssen. Wenn man die enge Verfalzung der Borsten untereinander bedenkt, ist das auch wenig wahrscheinlich. Geben doch schon die durchbohrten Zellwände dem Bündel bei normalem Verlauf einen gewissen Halt. Auseinanderstehende Saugborsten wurden immer nur in Fällen gefunden, in denen entweder das Stechbündel mit der Speichelscheide gleichzeitig abgeschnitten oder die Scheide auf ein Stück weggerissen war, so daß der freiliegende Borstenschlauch eine Stauchung erlitt. Unbedingt notwendig ist die Sekrethülle als ein Führungselement auf längeren Strecken und, wie das im einzelnen gesehen, beim Abtasten der Zellen durch die Saugbündel häufig der Fall ist, bei nicht gradlinigem Verlauf des Saugkanals, z. B. bei Krümmungen, Schlingen, Bögen.

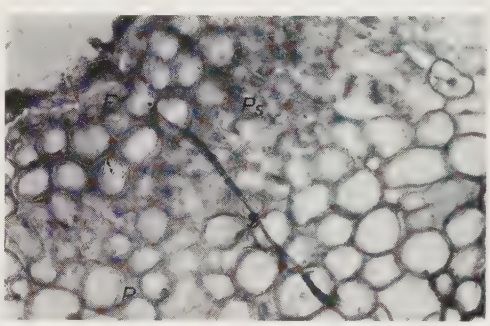

*Abb. 10.* Längere Unterbrechung und vereinzelt manschettenartige Ausbildung der Speichelscheide im Parenchym eines Blattsticles. Querschnitt durch einen *Apfelblattstiel* (Baumann's Renette). Vergr.: 375fach. Bezeichnungen wie Abb. 5

Die Speichelscheide kann, wie auch Morstatt (1908) bemerkt hat, fehlen. Einmal endete der Saugkanal in einer Zelle, das Endstück lag für sich allein, da die Stechborsten beim Fixieren oder Schneiden ein Stück weit aus

der Sekretscheide herausgezogen wurden. Solche Unterbrechungen der Scheidensubstanz wurden nur bei Schnitten durch Blattstiele und (vereinzelt) bei Früchten gefunden, nie bei verholzten Trieben. Hier war sie stets gut ausgebildet. Daß nach ENSER (1941, 1950) das Sekret bei der SJS nur im Parenchym anzutreffen sei, habe ich bei Blattstielen und auch da nicht als die Regel angetroffen. Fast durchweg fand ich eine gut ausgebildete Speichelscheide im Blattstielxylem, doch kann sie in diesem Gewebe gelegentlich fehlen.

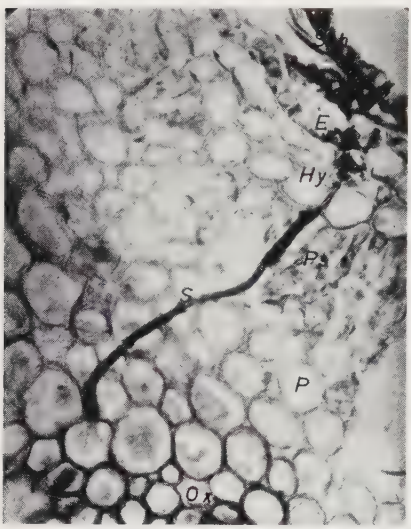


*Abb. 11.* Stichkanal mit unterschiedlich stark entwickelter Sekretscheide. Sie fehlt beim interzellulären Passieren zweier Hypodermiszellen, ist aber in der Zelle vorher und der darüberliegenden Epidermiszelle in Klumpen und nach dem Passieren sackartig ausgebildet. Im Parenchym ist sie manschettenartig gegliedert. Querschnitt durch einen *Apfelblattstiel* (Baumann's Renette). Vergr.: ca. 310fach. Bezeichnungen wie Abb. 5

Die Ansicht über die Hauptfunktion des Speichelsekretes von ZWEIGELT (1914) für Aphiden läßt sich auf die SJS nicht völlig übertragen, da die von ihm für seine Theorie angeführten Beweise bei der SJS nicht gegeben sind. Das Vordringen der Saugborsten verläuft im wesentlichen mechanisch, worüber im Abschnitt über die Mundwerkzeuge berichtet wurde (S. 277). Möglicherweise hilft der Speichel dabei mit durch Aufweichen der Zellmembranen, eine auch von VOS (1930) für *Pseudococcus citri* ausgesprochene Annahme. Je nach der Größe des zu überwindenden Hindernisses wird eine mehr oder weniger lange Zeit benötigt, bis das Saugbündel wieder seinen Weg fortsetzen kann. Häufig geht die Sekretproduktion laufend weiter. Nur so scheint es erklärlich, daß beim Einstich in die Epidermis außen auf der Cuticula und in der unmittelbar darunter liegenden Epidermiszelle man häufig große Sekretklumpen vorfindet und die erste Epidermiszelle zuweilen völlig mit Speichelmasse angefüllt ist (Abb. 11). Andererseits deuten die bereits erwähnten „scheidenlosen" Kanalteile auf ein vorübergehendes Versagen, auf einen zeitweiligen Erschöpfungszustand, der Produktion an Speichelscheidensubstanz hin und längere Kanäle mit Speichelscheiden von ungleicher und wechselnder Stärke auf einen nicht immer gleich starken Fluß dieser Masse. So kann beim interzellulären Passieren der verdickten Hypodermiszellen gar keine oder nur eine sehr geringfügige Speichelscheide ausgebildet sein, während in der Zelle davor bzw. nachher Speichel in überdurchschnittlicher Menge anzutreffen ist (Abb. 11). Wahrscheinlich kommt so auch das manchmal manschettenartige Aussehen der Sekretscheide zustande, indem schon das einfache Durchbohren von Zellwänden die Sekretanhäufung, wenn auch nicht so stark ausgeprägt wie in den vorgenannten Fällen, auslösen kann. Dabei ist die Scheide vor und nach dem Durchtritt der Saugborsten durch die Zellwand verdickt (Abb. 11). Sie kann auch nach dem Durchtritt durch die Zellwand völlig wegbleiben (Abb. 10). Daß diese Erscheinung auf eine Reaktion des Speichels auf den Zellinhalt zurückzuführen

sei, ist unwahrscheinlich; sie müßte dann viel häufiger vorkommen. Auch andere Hindernisse, wie kristallhaltige Zellen, können die gleiche Wirkung haben, indem sie zu einer Anreicherung der Scheidensubstanz in der davorliegenden Zelle führen. Diese kann dabei so stark werden, daß der Speichel sich an der dem Hindernis zunächst liegenden Zellwand als breites Band ablagert und von da wieder an die gegenüberliegende Zellwand zurückfließt. Dadurch entsteht der Eindruck, als habe das Borstenbündel im spitzen Winkel eine rückläufige Bewegung vollzogen, was aber nicht möglich ist, da das Saugbündel wohl biegsam ist, aber kaum geknickt werden kann.

Eines ist für alle diese Erscheinungen bemerkenswert: Sie wurden vorzugsweise bei Blattstielen angetroffen. In verholzten Teilen war die Speichelscheide gleichmäßiger entwickelt. Daher muß der einmalige Fall mit einer kurzen (aber nur vermuteten) Unterbrechung der Sekretscheide, die den Verhältnissen beim Blattstiel ähnelte, als Ausnahme betrachtet werden. Diese Unterschiedlichkeit in der Ausbildung der Speichelscheide hängt, wie ich vermute, mit der Besiedelungsweise der SJS zusammen, indem Blätter und ihre Stiele für gewöhnlich erst bei starker Verseuchung der verholzten Teile besetzt werden und auf ihnen nur wenige Läuse zur vollen Reife kommen. Sie wäre damit auch von der Ernährungsweise des Insektes bzw. von der Physiologie der Wirtspflanze und ihrer einzelnen Teile abhängig.

Daß schließlich das Speichelsekret der SJS auf die Pflanze toxisch wirkt, soll später bewiesen werden.

Eine weitere Funktion des SJS-Speichels in der Art, wie sie Zweigelt (1914) für Aphiden beschreibt, läßt sich nicht feststellen; denn Plasmolysen oder andere durch den Nahrungsentzug der Laus bedingte Veränderungen sind nicht zu finden. Der Inhalt durchstochener Zellen bleibt scheinbar unberührt oder wird ausgesaugt, was sich mit den Beobachtungen von Kochs (1899) und Morstatt (1908) deckt. Offenbar gehen von dem Speichel enzymatische Wirkungen aus, die durch den Ab- und Umbau von festen bzw. artfremden Zellinhaltsbestandteilen diese in eine für das Insekt leicht aufzunehmende und weiterverarbeitbare Phase überführen, wofür auch die verschiedentlich auftretende Rotverfärbung des Saughofes spricht. Dabei wäre zu überlegen, ob die vermutete Toxizität des Speichelsekretes der SJS für viele Wirtspflanzen nicht bereits allein auf der bei Massenbefall erheblich gesteigerten Enzymwirkung beruht. Eine Nahrungsaufnahme bzw. Speichelausscheidung ist nämlich für die SJS infolge der seitlich dicht schließenden Verfalzung der Stechborsten nur durch die offene Spitze des Saugbündels möglich. Es ergibt sich somit folgende Fragestellung: Wird der stark angegriffene Pflanzenteil durch die lang anhaltende abbauende Wirkung des Speichels am Wiederaufbau seiner Bausteine gehindert, oder sind es für die Pflanzen unverträgliche Abbauprodukte, die sich durch das Weiterwandern der Bündelspitze des Insektes in den Zellen anreichern und damit vergiftend wirken?

Zusammenfassend kann gesagt werden: Das Speichelsekret erfüllt im wesentlichen zwei Hauptaufgaben, eine mechanische und eine physiologische.

Als Hülle um das Borstenbündel sichert es nach der Erhärtung dessen Bewegungen im pflanzlichen Gewebe, da diese meist nicht gradlinig, sondern in mehr oder weniger großen Krümmungen verlaufen. Zwischen und innerhalb von Zellen nicht verholzter Pflanzenteile kann sie dabei gelegentlich ausfallen, ohne daß dadurch die Führung des Bündels beeinträchtigt wird.

Scheinbar kann das Tier die Sekretscheide auch nachträglich wieder auf-

weichen, sonst wäre ein Durchstoßen, wie es bei den Endverzweigungen der Fall ist, oder wenn die Laus nach einer Häutung zuerst ein Stück weit in einen alten Kanal einsticht, ehe sie in einer neuen Richtung weiterbohrt, kaum denkbar. Im Falle der Endverzweigungen besteht daneben noch die Möglichkeit, daß der Stich in der neuen Richtung noch vor der völligen Erhärtung der Scheidensubstanz erfolgt.

Möglicherweise unterstützt der Speichel die Stechborsten bei ihrem Eindringen in die Pflanze und auf ihrem weiteren Weg innerhalb derselben, indem er die Zellmembranen aufweicht, so daß sie leichter durchbohrt werden können.

Jedoch liegt die wesentlichste Aufgabe der Sekretausscheidung auf dem Gebiet der Ernährung der SJS. Durch darin enthaltene Fermente wird der Zellinhalt angegriffen und abgebaut, z. B. die für das Insekt artfremden Eiweiße der Wirtspflanze oder großmolekulare andere Pflanzenstoffe in kleinere leicht aufnehmbare Formen. Dieser extraintestinale Abbau von Pflanzensubstanzen ist für den Wirt nicht ungefährlich, vor allem wenn die dabei entstehenden Zerfallsprodukte nicht restlos aufgenommen werden.

## V. Veränderungen des Wirtsgewebes und deren Folgewirkung

Die Fragestellung des Abschnitts lautet: Entsprechen dem äußerlich sichtbaren Schadbild bei mit SJS befallenen empfindlichen Wirtspflanzen in ihrem Inneren irgendwelche Veränderungen? Wenn ja, welcher Art sind sie und wie kommen sie zustande?

### *a. Derzeitiger Stand*

Von den in der Literatur verzeichneten Beobachtungen bleiben hier die von Aphiden hervorgerufenen Gall- (Wurzel- und Blattgallen) und Triebmißbildungen unberücksichtigt. Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen pathologische Reaktionen auf das dem Streckungswachstum nicht mehr unterworfene Wirtsgewebe.

Nach Heriot und Büsgen sollen bereits mechanische Reize (Stichverletzungen) ein Absterben der pflanzlichen Gewebe hervorrufen. So sieht Heriot (1944) die Ursache für den Tod von Zellen und Zellgruppen bei coccidenbefallenen Pflanzen allein in der Stichverletzung. Diese sei im Vergleich zur Zellgröße bedeutend und trete bei Massenbefall infolge der vielen bei den Häutungen abgestoßenen und im Gewebe steckenbleibenden Sklerite von Borstenbündeln gehäuft auf.

Heriot folgt darin der von Büsgen (1891) für Pflanzenläuse vertretenen Anschauung. Dieser nimmt außerdem noch an, daß auch der Druck der Scheidensubstanz, die manchmal das ganze Zellumen ausfüllen soll, ein Absterben dieser Zellen hervorrufen könne.

Nach anderen Autoren sollen die Reaktionen der Wirtspflanzen auf physiologischen oder toxischen Einflüssen seitens der Parasiten beruhen.

So beschreibt Zweigelt (1914) als Folgen des Aphidensaugstiches die Bildung von sog. Protoplasmakappen in den meist kernlosen Zellen sowie eine aktive Kernwanderung in Zellen, die in der Einflußsphäre des Speichelsekretes liegen. Ein Absterben der Gewebe soll eintreten, wenn die Pflanze die vom Saugakt verursachten Turgorschwankungen nicht auszugleichen vermöge.

Nach Kochs (1899) bezeichnen den Weg der Saugborsten gelbbraune Streifen im Cambium, lichtbrechende Tropfen und ein Vergilben sowie Aufquellen der Zellwände im Mesophyll. An der Oberhaut von eingeführtem Obst und Südfrüchten beobachtete er Vertiefungen als Folge von Coccidensaugstichen und zusammen mit Weiss (zit. nach Kochs, 1899) speziell bei Birnenfrüchten die Bildung von Steinzellennestern am Grunde solcher Saugvertiefungen. An jungen Obstbäumen mit vielen Schildläusen stellte er muldenartige Vertiefungen infolge gehemmten Dickenwachstums fest, weil die starke Saugtätigkeit der Parasiten das Cambium abgetötet hatte.

Über derartige Mulden berichten auch Morstatt (1908) und Lüstner (1922) als Folge der Saugtätigkeit der Roten Austernschildlaus, *Epidiaspis betulae* Bär. (= *Diaspis fallax*

Horv.). Morstatt (1908) hält sie für einfache Hypoplasien, da lediglich die Gesamtentwicklung des Holzes gehemmt werde, während die Xylemzellen normale Größe und Differenzierung zeigen. Bei der SJS fand er sie nur an Früchten, nicht aber an den übrigen Pflanzenteilen.

Eine Abtötung des Cambiums durch den Saugstich der SJS beobachtete Enser (1941, 1950). Infolge der dadurch gehemmten Teilungsfähigkeit der Cambiumzellen bildeten sich Mulden, die je nach der Zeit des Einstiches bis an die Grenze des vorhergehenden oder nur in den gerade in Bildung begriffenen Jahresring reichten. Im ersten Fall soll das Cambium am Muldenboden seine Teilungsfähigkeit völlig verloren und lediglich noch an den seitlichen Muldenrändern behalten haben, im zweiten hätten sich die Cambiumzellen über den Einstich hinaus weitergeteilt. Die dabei gebildeten Phloem- und Xylemzellen fielen durch ihre Kleinheit und regelmäßige Anordnung auf. Der Verfasser hält es für ausgeschlossen, daß die Saugborsten nachträglich in bereits durch andere Einflüsse entstandene Mulden eingedrungen sein könnten. Oberhalb der Mulden soll es zu Rissen und später Hohlräumen in der Rinde kommen. Hohlräume sollen auch im Inneren von tumorartigen Gewebemißbildungen entstehen, die als Saugstichfolge im Markstrahl beobachtet wurden.

Die Bildung von Gallengewebe als Saugstichfolge beschreibt auch Bramstedt (1938) in seinen Untersuchungsergebnissen von blutlausanfälligen und -unanfälligen bzw. -resistenten Apfelsorten. Es setzte sich bei den anfälligen Sorten vornehmlich aus unvollständig differenzierten Holz- und Siebelementen zusammen. Weil vor allem vergalltes Xylem gebildet wurde, wölbte sich das Cambium gegen die Epidermis vor, wodurch die äußeren Rindenschichten unter oft seitlicher Dehnung der Rindenparenchymzellen platzten. In den Gallen traten Riesenzellen auf. Der Wirkungsbereich der Saugborsten ging ohne scharfe Abgrenzung in das normale Gewebe über.

Im Gegensatz dazu war bei den nicht anfälligen Sorten der Wirkungsbereich des Stechborstenbündels durch ein phellogenartiges Gewebe scharf abgegrenzt. Die Gallenbildung fehlte ganz. Das Cambium war nicht aus seiner Lage verschoben, dafür aber vorwiegend in dem normalerweise holzbildenden Teil nekrotisch. Nekrotisch verändert waren auch vom Speichelsekret berührte Markstrahlzellen.

Eine Mittelstellung gegenüber den beiden anderen nehmen die resistenten Sorten ein. Sie zeigen sowohl Gallengewebe als auch Nekroseherde. Die Gallenzellen waren nicht zu Riesenzellen entwickelt, sondern klein. Die Nekroseherde fanden sich im Rindenparenchym, in der Umgebung sowie am Ende des Stichkanals, im Siebteil und an der Grenze von normalem zu vergalltem Holz. Das zum Mark hin stark eingebuchtete Cambium zeigte ebenso wie die angrenzenden Schichten obliterationsähnliche Veränderungen.

### *b. Eigene Feststellungen*

*Vorbemerkung.* Innerhalb der großen Gruppe von „Hauptwirtspflanzen" der SJS (Thiem, 1953) stehen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit die Pomoideen, die Gattung Ribes mit dem Vertreter Johannisbeere und die Prunoideen bei weitem an der Spitze. Von den zahllosen Schadbildern, die das beweisen, hat Thiem (1951) eine Auswahl gebracht. Es lag nahe, einige ihrer wirtschaftlich wichtigsten Vertreter zu untersuchen. Durch Einbeziehung von Vertretern der ebenfalls stark anfälligen Familie der Salicaceen, so der Gattungen Pappel und Weide, wurde die Untersuchung ergänzt und abgerundet. Sie erstreckte sich beim Apfel auf alle von der SJS befallenen Teile. Bei den anderen wurden vorzugsweise die verholzten, als die am meisten gefährdeten Teile untersucht. Die anderen Teile sind nur im Falle von zu erwartenden Besonderheiten herangezogen worden.

Ehe näher auf die Einzelheiten der untersuchten Arten eingegangen wird, sei ein Wort über den später oft gebrauchten Begriff Nekrose eingeschoben. Bei Küster (1916) ist die Nekrose als Zellentod definiert, wobei sich die Zellen durch eine Verbräunung ihres Inhaltes auszeichnen. Dieser Definition schließe ich mich an. Alle Zellen, die im frischen Schnitt eine mehr oder weniger braune Verfärbung zeigten, wurden als Nekrosen bzw. nekrotisch bezeichnet. Diesen gleichgesetzt wurden auch die Zellen, bei denen noch nicht alles einheitlich braun verfärbt war, sondern sich vorerst nur der Inhalt zu kleinen Tröpfchen bzw. Kugeln zusammengeballt hatte.

## 1. Pomoideen

Untersucht wurden Apfel, Birne, Japanische Quitte und Zwergmispel. Stark von der SJS befallenes Material fand sich in Heidelberg und seiner näheren Umgebung.

### a. Apfel *(Malus spec.)*

Der Apfel gehört mit zu den empfindlichsten und daher zu den besonders gefährdeten Obstarten. Bei mangelhaftem Pflegezustand genügen manchmal einige wenige dem Parasiten günstige Jahre, um selbst kräftige Bäume zugrunde zu richten.

Ein befallbedingtes Absterben von Blättern und Blattstielen konnte nicht festgestellt werden. Ebensowenig ließen sich äußerlich sichtbare Vertiefungen an deren Saugstellen finden. Diesen Gegebenheiten entspricht das innere Bild.

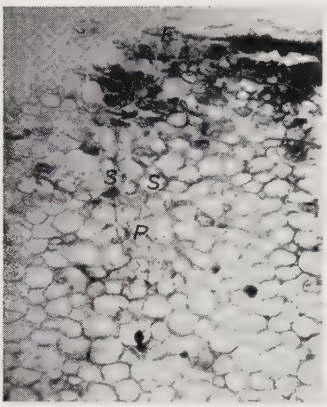


*Abb. 12.* Gegabelter Stichkanal im Fruchtfleisch. Der zweite Ast vermutlich nach einer Häutung beim neuen Einstich entstanden. Bei N ein besonders stark angefärbter Zellkomplex. Querschnitt durch eine *Apfelfrucht* (Lokalsorte). Vergr.: 78fach. Bezeichnungen wie Abb. 6 und weiter N = verändertes Gewebe

Bei den *Blattspreiten* wurden in keinem Fall nekrotisch aussehende Zellen beobachtet. Es konnten auch keine Zellen mit desorganisiertem Inhalt gefunden werden.

Für den *Blattstiel* trifft das gleiche zu. Selbst an vital gefärbten Frischschnitten waren keine Anhaltspunkte für physiologische Veränderungen in den vom Saugakt berührten Zellen zu gewinnen.

Etwas anderes ist die Sachlage bei der *Frucht*. Hier wurden bei äußerer Betrachtung verschiedentlich kleinere Vertiefungen an den Saugstellen festgestellt. Dennoch zeigten sich im Inneren von ungefärbten Schnitten keine Veränderungen. Erst bei vitaler Anfärbung trat verschiedentlich ein kleiner Zellkomplex in Erscheinung, der sich durch intensive Farbaufnahme von dem umgebenden Gewebe abhob (Abb. 12: N). Offenbar reagiert die Frucht auf den Saugstich der SJS nur physiologisch und ohne Benachteiligung ihrer Weiterentwicklung. Außer den gelegentlich gesehenen grobsichtbaren Saugvertiefungen wurden keine größeren Deformationen und trotz stärksten Befalls keine völlige Entwertung der Früchte durch die SJS beobachtet.

Grundsätzlich verschieden liegen die Verhältnisse bei den vom Parasiten bevorzugt angenommenen *verholzten Teilen*. Äußerlich leicht sichtbare bzw. auffällige Saugvertiefungen wurden nicht oder nur sehr vereinzelt bzw. gelegentlich angetroffen. Abgesehen von der früher besprochenen Rotverfärbung des Saughofes, waren dagegen im Inneren der besogenen Gewebe sehr erhebliche pathologische Veränderungen zu finden, nämlich Nekrosen, die wegen ihrer braunen Farbe schon am ungefärbten Schnitt ins Auge fielen. Ihrer Natur nach lassen sich drei Gruppen unterscheiden.

In der ersten Gruppe, nach meiner Erfahrung bei der Mehrzahl der Apfelsorten vorkommend, verändern sich nur einzelne Zellen bzw. mehr oder weniger große Zellgruppen nekrotisch. Sie zeigen einheitlich eine braune,

teilweise fast schwarzbraune Verfärbung (Abb. 13). Sie liegen z. T. direkt dem Stichkanal an oder sind durchbohrt, z. T. sind sie in seiner näheren oder weiteren Umgebung verstreut in der Rinde, vornehmlich im Parenchym, anzutreffen.

Weit erheblicher sind die Veränderungen in der zweiten Gruppe, wie sie bei der Apfelsorte Wöbers Rambour[3] gefunden wurden.

Die drei Schemata (Abb. 14–16) sind nach zehn Querschnitten durch einen mehrjährigen Apfeltrieb festgehalten worden. Danach bildet sich in der Rinde ein anfänglich nach einer Seite hin offener Ring aus phellogenartigem Gewebe, in dessen Innerem allmählich der Absterbeprozeß der eingeschlossenen Zellen vor sich geht (Abb. 14). Die zunächst geringe Zahl nekrotischer Zellen nimmt mit fortschreitendem Schließen des Ringes zu (Abb. 15), im letzten Stadium ist eine fast homogene tiefbraune Masse zu sehen (Abb. 16).

In den Nekroseherd können in die Rinde eingelagerte Gruppen von Sklerenchymfasern einbezogen werden.

Die zu Beginn der Nekrosebildung noch offene Seite des ringartigen Herdes ist nicht gleichbedeutend mit der Ein- bzw. Austrittsstelle des Stechborstenbündels, wie die Schemata deutlich zeigen. Im Rindenparenchym liegt die Öffnung immer seitlich am Ring. Eine Entwicklung der eingeschlossenen Zellen zu Riesenzellen erfolgt nicht. Sie behalten ihre natürliche Größe, gehen aber zugrunde.

Diese ringartigen Herde sind den von Bramstedt (1938) für die blutlausimunen und -resistenten Apfelsorten beschriebenen Erscheinungen vergleichbar. Sie gleichen des weiteren dem von Balch (1952) in seiner Fig. 39 abgebildeten Querschnitt durch einen von der Balsamwollaus, *Adelges piceae* (Ratz.) besogenen mehrjährigen Trieb der Balsamtanne.

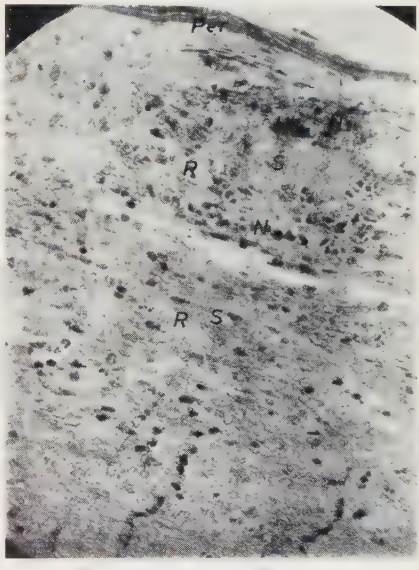


*Abb. 13.* Saugkanal in fast schnurgeradem Verlauf im Rindenparenchym, in dem zahlreiche verstreut liegende nekrotische Zellen vorhanden sind. Querschnitt durch die äußeren Gewebeschichten eines *Apfelstammes* (Lokalsorte). Vergr.: 78fach. Bezeichnungen wie Abb. 7 und weiter N = Nekrosen

Im Cambium bzw. Sieb- und Holzteil können als dritte Gruppe an Stelle von Ringen kappen- oder helmartige Bildungen meristematischen Gewebes zum Holzteil oder nach der Rinde zu offen entstehen (Abb. 17, 18). Die offene Stelle einer solchen Kappe bedeutet in diesem Falle die Ein- bzw. Austrittsstelle des Borstenbündels. Daß sich dabei, wie die Abbildungen vermuten lassen, stets zwei gegeneinander vorgewölbte Kappen bilden, ist wenig wahrscheinlich. Vermutlich verliefen zwischen den beiden Kappen die Stechborsten ausnahmsweise einmal ohne Sekretscheide, und die Wucherungen entstanden beim Aufhören bzw. Neubeginn der Scheidenbildung. Das Saugbündel selbst wurde offenbar nachträglich herausgezogen; auf keinem der

[3] Bastard aus Jakob Lebel und Boskop; in Unterfranken entstanden.

vorhergehenden oder nachfolgenden Schnitte konnte ein Verbindungsstück gefunden werden. Es ist auch möglich, daß der Saugkanal zwischen beiden Kappen eine Schleife senkrecht zur Schnittebene bildete, die beim Schneiden abgeschnitten wurde und, da es sich um einen Gefrierschnitt handelt, noch vor dem Einlegen in Canadabalsam herausfiel und verlorenging.

Die im Rindenparenchym liegenden Kapseln müssen nicht unbedingt von einem Stichkanal durchzogen sein. In der Abbildung 19 zieht das Borstenbündel in ziemlich großem Abstand seitlich an einem Nekroseherd vorbei.

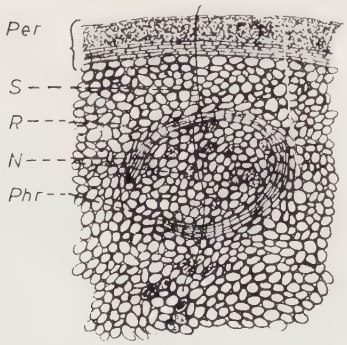


*Abb. 14*

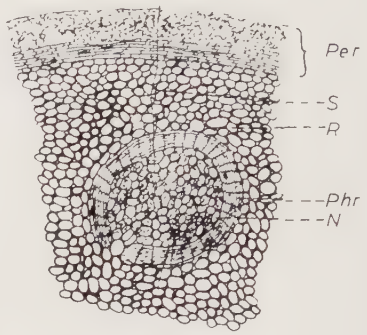


*Abb. 15*

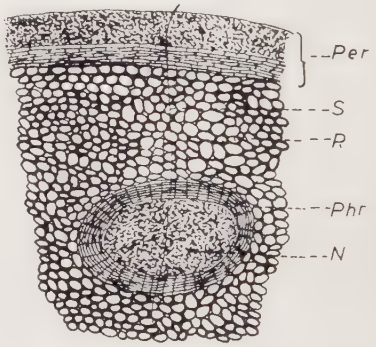


*Abb. 16*

*Abb. 14-16.* Drei verschiedene Stadien der Abkapselung eines Nekroseherdes. 14: Beginn der Abkapselung, Ring noch offen, wenige nekrotische Zellen. 15: Ring fast geschlossen, eingeschlossene Zellen größtenteils abgestorben. 16: Endstadium, Ring geschlossen, eingeschlossene Zellen alle tot und obliteriert. Schematische Querschnitte durch einen *mehrjährigen Apfeltrieb* (Wöber's Rambour), nach 6 Mikrophotos kombiniert. Vergr.: ca. 80-fach. Bezeichnungen wie Abb. 13 und weiter Phr = phellogenartiger Ring

Die bei dieser Sorte gefundene maximale Ausdehnung solcher Gewebeanomalien in die Länge und Breite beträgt für im Cambium bzw. Sieb- oder Holzteil auftretende Kappen 0,13 : 0,15 Millimeter, für im Rindenparenchym vorkommende geschlossene Herde 0,77 : 0,60 mm und für solche in der Verkorkungszone, dem Periderm, 0,27 : 0,30 mm.

Die Entstehung der abgeriegelten Herde kann unterschiedlich verlaufen. Die Abschnürung geht leichter und rascher vor sich in Zonen, in denen sich ein bereits vorhandenes natürliches Meristem (Cambium, Phellogen) daran beteiligen kann, als in solchen, in denen sekundär erst ein neues Meristem gebildet werden muß (Rindenparenchym). So erfährt offenbar bei Herden im Periderm oder den unmittelbar angrenzenden Zellagen das Phellogen eine Vorwölbung rindenwärts, um den Herd abzuschnüren. Die Abschnürung kann dabei so schnell vor sich gehen, daß erst verhältnismäßig wenige

Zellen nekrotisch geworden sind, wenn der Ring schon fast geschlossen ist. Man könnte nun vermuten, daß es sich bei den abgeschnürten Nekrosen im Periderm um natürliche Verkorkungsvorgänge handelt, in welche die SJS erst sekundär eingestochen hat. Dagegen sprechen jedoch m. E. die Verhältnisse beim Matapfel (Abb. 20).

Beim Matapfel treten in der Rinde offene und verhältnismäßig kleine Gruppen nekrotischer Zellen auf, die keinerlei Umwallung zeigen. Liegen sie aber direkt im oder dicht unter dem Periderm, erreichen sie erhebliche Größen (0,64–0,90 mm in die Breite und 0,58–0,83 mm in die Tiefe). Eine Umwallung dieser Nekrosen kann fehlen (Abb. 20 links), sie kann auch vorhanden sein (Abb. 20 rechts). Andere gleichartige Schnittbilder von derselben Sorte machen es bei Verfolgung des jeweils getroffenen Saugkanals wahrscheinlich, daß die im oder gleich unter dem Periderm entstehenden abgekapselten Nekroseherde eine reine Auswirkung des Schildlausstiches sind und es sich nicht um einen natürlichen Verkorkungsvorgang mit sekundär erfolgtem Einstich handelt. Ein Durchbohren so erheblicher bereits vorhandener Korkschichten dürfte für das Insekt auch kaum möglich sein.

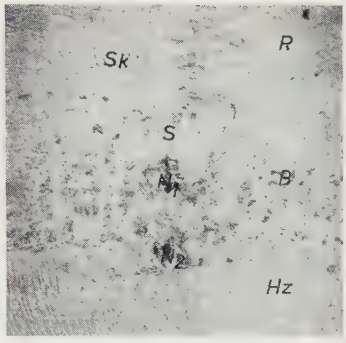


*Abb. 17.* Zwei gegeneinander vorgewölbte Kappen aus meristematischem Gewebe im Sieb- und Holzteil; in beiden nekrotische Zellen ($N_1$ und $N_2$). In $N_1$ führt ein Stichkanal. Querschnitt durch einen *mehrjährigen Apfeltrieb* (Wöber's Rambour). Vergr.: 78fach. Bezeichnungen wie Abb. 14

Durch eindringende Stichkanäle verursachte Gewebeveränderungen wurden auch im Holzteil eines Apfeltriebes der Sorte Wöbers Rambour beobachtet.

In Abb. 21 führt der Stich, etwas nach der Seite verschoben, zwischen zwei Markstrahlen, direkt in das Holz, um in der Hälfte des Jahresringes seitlich abzubiegen. Neben einzelnen nekrotischen Zellen, vor allem in der distalen Region, finden sich rechts und links des Saugkanals hyperblastisch entwickelte dünnerwandige Zellen. Die Breitausdehnung der anomal ausgebildeten Gewebepartie ist zu der Seite hin, nach welcher der Stichkanal abbiegt, größer als nach der anderen. Das distale Ende des näher zu dem getroffenen Borstenbündel gelegenen Markstrahles wird dabei seitlich verdrängt.

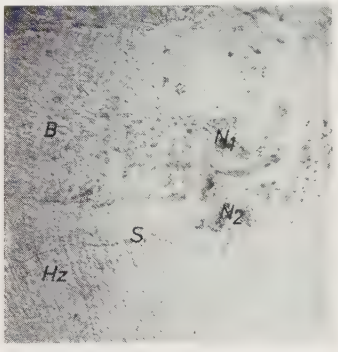


*Abb. 18.* Fortsetzung des Stichkanals aus Abb. 17 im Holz. Er biegt an der Grenze zum nächsten Jahresring zur Seite. Sonstiges wie Abb. 17

Eine ähnliche Sachlage zeigte ein anderes Schnittbild. Hier zogen zwei Saugkanäle parallel zueinander in das Xylem, die zwischen sich vornehmlich in der distalen Gewebeschicht hyperblastische Zellen einschlossen. Auch in diesem Falle ließ sich keine Abhängigkeit der Stichführung von einem Markstrahl finden.

Vereinzelt zeigten solche anomal entwickelten Zellen auch desorganisierten Inhalt. Des weiteren konnte einmal an der Übergangsstelle der Stech-

borsten aus dem Cambium in den Holzteil eine leichte Vorwölbung des Cambiums zur Rinde hin festgestellt werden.

Daß sich die hyperblastisch entwickelten Zellen anfänglich nur auf die direkt vom Borstenbündel berührten Zellen beschränken, zeigte ein Querschnitt durch einen verholzten Apfeltrieb. Auch hier fehlte jede Gebundenheit an einen Markstrahl. Daneben können auch Einstiche der gleichen Art ohne nennenswerte Veränderungen im Gewebe der Pflanze auftreten, vielleicht von einzelnen abgestorbenen Zellen abgesehen.

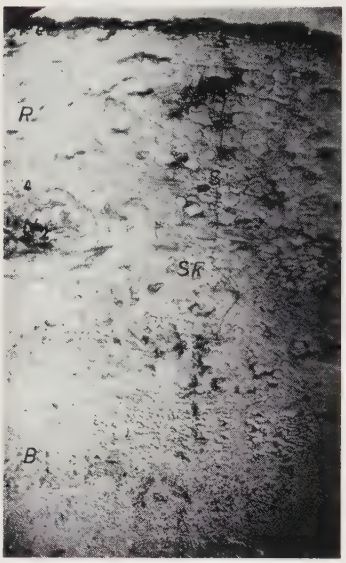


*Abb. 19.* Ein mehrfach gewundener Saugkanal, der im Siebteil endet; zwei größere Nekroseherde ($N_1$ u. $N_2$) gegen das umliegende Gewebe mehr oder weniger abgekapselt. Der größere der beiden Herde ($N_2$) ziemlich seitab vom Saugkanal gelegen; Entfernung zum Kanal 282 $\mu$. Sonstiges wie Abb. 13

*Zusammenfassung:* Außer der sortenbedingten Rotverfärbung des Saughofes zeigen Blätter und Blattstiele keine Veränderungen durch den Saugstich der SJS.

Bei den Früchten finden sich verschiedentlich kleinere Eindellungen an der Oberhaut. Daneben kommen Zellkomplexe vor, die bei der Vitalfärbung von Frischschnitten durch besonders intensive Farbaufnahme von der Umgebung abstechen. Die Weiterentwicklung der Frucht wird durch den Saugstich der SJS nicht beeinträchtigt.

Wesentliche Veränderungen im Inneren der Pflanze zeigen sich allein bei den verholzten Teilen, als Nekrosen in Form von Einzelzellen und mehr oder weniger großen Zellkomplexen. Diese liegen teils offen im Gewebe, teils haben sie gegen die Umgebung eine Abriegelung aus phellogenartigen Gewebe erfahren. Je nach der Gewebeschicht, in der solche Nekrosen vorkommen, ist die Umwallung kappen- oder ringförmig. In den meisten Fällen zieht ein Saugkanal durch diese abgekapselten Herde, doch können sich die gleichen Herde auch in mehr oder weniger großem Abstand seitlich des Stichkanals vorfinden. In Periderm auftretende abgeschnürte Nekrosen sind wahrscheinlich ebenfalls stichbedingt.

Im Holzteil wurden hyperblastisch entwickelte und verschiedentlich auch nekrotische Zellen gefunden. Eine Abhängigkeit dieser Zellmißbildungen und auch des Stichkanals von Markstrahlen wurde nicht festgestellt.

b. Birne *(Pirus spec.)*

Bei der Birne wurde sowohl die Frucht als auch der verholzte Trieb untersucht.

*Birnenfrüchte* können sehr empfindlich auf den Saugstich der SJS reagieren. Während beim Apfel nur gelegentlich kleinere grobsichtbare Eindellungen in der Fruchtschale zu beobachten sind, kann es bei der Birnenfrucht zu starken örtlichen Wachstumshemmungen kommen, daß sie ein verkrüppeltes Aussehen gewinnt. Ihre Untersuchung ergibt im Fruchtfleisch dicht unter der Epidermis Steinzellennester, wie es bereits Kochs und Weiss (cit. nach Kochs, 1899) beobachteten. Häufig ziehen Stichkanäle darauf zu oder

zwischen ihnen hindurch. Bei der Neigung der Birne, schon auf Einwirkungen, wie Schlag oder Druck, mit der Bildung von Steinzellen zu reagieren, ist das keine Besonderheit.

Beim *verholzten mehrjährigen Trieb* fanden sich im Parenchym der Rinde nicht so ausgeprägte Nekrosen wie beim Apfel. In den untersuchten Schnitten wurde ein Komplex nekrotischer Zellen von einem Stichkanal durchzogen. Er lag offen ohne Abkapselung im Parenchymgewebe. Nekrotische Einzelzellen in der näheren oder weiteren Umgebung des Kanals waren nicht vorhanden.

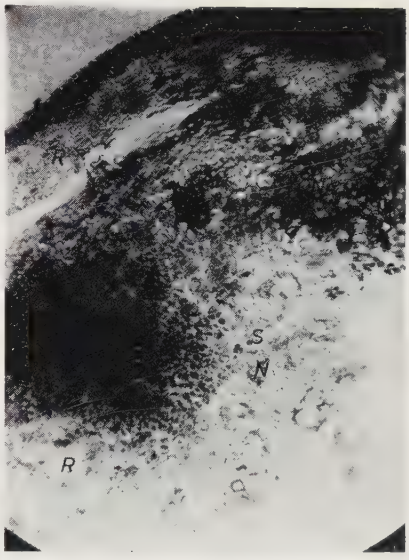


*Abb. 20.* Zwei größere Nekroseherde, von denen der rechte abgekapselt ist. Zwischen beiden ein kleinerer Herd, aus dem heraus ein Saugkanal in tiefere Rindenschichten führt. Querschnitt durch einen *mehrjährigen Apfeltrieb* (Matapfel). Vergr.: ca. 55fach. Bezeichnungen wie Abb. 14

c. Japanische Quitte *(Chaenomeles japonica)* und Zwergmispel *(Cotoneaster spec.)*

Bei diesen beiden Gattungen traten im verholzten Trieb nekrotische Einzelzellen auf, die den Weg des Saugborstenbündels bezeichnen. Vereinzelt waren lediglich bei der Japanischen Quitte solche Zellen seitlich der Stichbahn anzutreffen. Bei Cotoneaster hatte ich den Eindruck, daß die Saugstiche des Schmarotzers noch zu Gummifluß führen, eine gewöhnlich nur bei Vertretern der Pruniodeen zu beobachtende Erscheinung.

2. Prunoideen

Aus der großen Familie der Prunoideen wurden untersucht Pfirsich *(Prunus persica)*, Süßkirsche *(Prunus avium)* und Japanische Zierkirsche *(Prunus japonica)*. Süßkirschen waren in Heidelberg und Umgebung nur selten stark befallen, dagegen Pfirsiche ziemlich häufig. Von der Japanischen Zierkirsche befand sich eine stark verseuchte Anlage im Stadtgebiet von Heidelberg.

Bei den Vertretern der drei verschiedenen Gattungen wurden im verholzten Trieb nur nekrotische Einzelzellen gesehen. Teilweise lagen sie dem Stichkanal unmittelbar an und bezeichneten den Weg des Borstenbündels, teilweise waren noch die angrenzenden Zellen in Mitleidenschaft gezogen (Süßkirsche), so daß der Eindruck kleiner Nekroseherde entstand. Vereinzelt fanden sich auch nekrotische Einzelzellen abseits vom Stichkanal in der Rinde (Süßkirsche, Japanische Zierkirsche). Größere Komplexe abgestorbener Zellen mit oder ohne Umwallung traten nicht auf. Bemerkenswert ist der starke Gummifluß in der Rinde von Süßkirsche und Japanischer Zierkirsche (Abb. 22). Er konnte größere Nekroseherde vortäuschen.

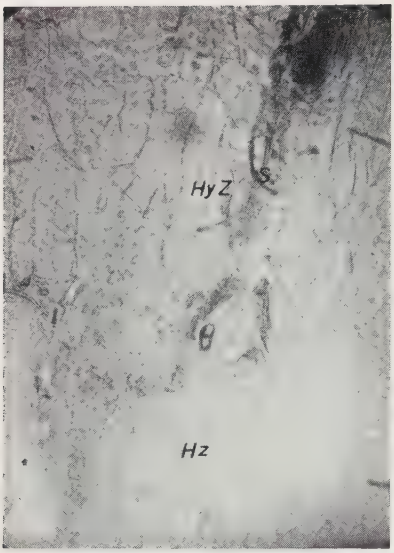


*Abb. 21.* Schwach welliger Stichverlauf im Holzteil. Links und rechts des Stichkanals hyperblastische Zellen. Einzelne nekrotische Zellen, besonders in der distalen Region, begleiten den Kanal. Querschnitt durch einen *mehrjährigen Apfeltrieb* (Wöber's Rambour). Vergr.: 300fach. Bezeichnungen wie Abb. 13 und weiter Hy. Z = hyperblastisch entwickelte Zellen

### 3. Saxifragaceen

Aus der Familie der Saxifragaceen wurde von der Gattung Ribes lediglich die Johannisbeere zur Untersuchung herangezogen, da sie besonders stark an- und hinfällig ist.

Mit dem Apfel gehört die Johannisbeere zu den empfindlichsten Wirtspflanzen der SJS. Innerhalb der Gattung Ribes ist die rote Johannisbeere *(Ribes rubrum)* die anfälligste. Im Raum um Heidelberg waren bereits kurz nach der Entdeckung des Schädlings nach dem letzten Krieg die großen Johannisbeeranlagen (bevorzugte Sorte: Rote Kirsch) völlig zusammengebrochen (Thiem, 1951). Stark befallenes Material von abgängigen Pflanzen stand ausreichend zur Verfügung. Bei der Anfälligkeit der Art – die Pflanzen neigen zu Massenbefall mit dem Schädling und gehen sehr schnell zugrunde – mußten im Innern Gewebeveränderungen erwartet werden. Deshalb wurde neben dem verholzten Trieb auch der Blattstiel in die Untersuchung einbezogen. Der Versuch, befallene Früchte zu untersuchen, schlug fehl, da beim Schnitt zu große Gewebezerreißungen auftraten.

Beim *Blattstiel* waren keine äußeren oder inneren Veränderungen des Gewebes festzustellen, die von den beim Apfel beschriebenen abweichen.

Die *verholzten Triebe* (Abb. 23) enthalten nekrotische Einzelzellen im Rindenparenchym. Sie liegen teilweise entlang der Stichbahn, teilweise mehr oder weniger seitlich davon im Parenchym. Vereinzelt verdichten sie sich zu kleineren Komplexen. Eine Umwallung durch meristematisches Gewebe hat stets gefehlt.

### 4. Salicaceen

Von den beiden Gattungen Pappel *(Populus spec.)* und Weide *(Salix spec.)* fanden sich in Heidelberg und der weiteren Umgebung häufig schwach und vereinzelt stark verseuchte Pflanzen. Untersucht wurden verholzte Teile.

Das Befallsbild stimmt im wesentlichen überein. Kleinere oder größere nekrotische Zellgruppen und nekrotische Einzelzellen lagen dicht unter dem Periderm und tiefer in der Rinde. Daneben gab es Stiche ohne jede Gewebeveränderung. Im allgemeinen zeigten die Nekrosen keine Abkapselung; nur bei Weide konnten gelegentlich im Periderm solche gefunden werden.

An glattrindigen Trieben der Weide sind die roten Saughöfe nicht selten schwach blasig aufgetrieben. In entsprechenden Schnitten werden Stichkanäle getroffen, die durch den nach außen vorgewölbten, nekrotisch erscheinenden Zellkomplex gehen. Dieser Komplex stellt offenbar eine in Bildung begrif-

fene Lentizelle dar. Es entsteht die Frage, ob die Schildlaus eingestochen hat nach dem Beginn der Lentizellenbildung oder ob diese eine Folgeerscheinung des SJS-Stiches ist. Da man die roten Saughöfe häufig auf solchen Verwölbungen des Abschlußgewebes antrifft, liegt die Vermutung nahe, daß die letztere der beiden Möglichkeiten zutrifft.

Als Zusammenfassung seien die besprochenen Gewebebeschädigungen in ihren verschiedenen Formen wiedergegeben.

Auf der einen Seite stehen die Fälle, welche sich offenbar nur physiologisch auswirken, z. B. Blatt- und Fruchtbefall von Apfel und Johannisbeere. Sie sind zweifellos die schwächsten.

Auf der anderen Seite stehen die Erscheinungen der Nekrosen. In ihrer einfachsten Form sind es abgestorbene Einzelzellen oder zugrundegegangene kleinere Zellgruppen, wie sie bei fast allen untersuchten Pflanzenarten vorkommen.

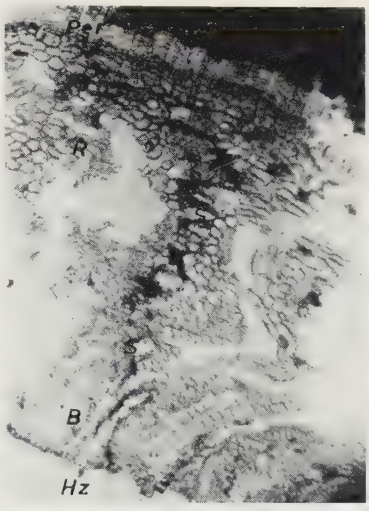


*Abb. 22.* Ein Saugkanal auf seinem ganzen Weg ins Innere der Rinde von Zellnekrosen und Gummifluß bezeichnet. Querschnitt durch einen *mehrjährigen Trieb von Japanischer Zierkirsche*. Vergr.: ca. 60fach. Bezeichnungen wie Abb. 13

Ihnen gegenüber stehen die großen Komplexe abgestorbener Zellen. Sie kommen vornehmlich beim Apfel vor und sind zu einem Teil offene (Matapfel), zum anderen Teil geschlossene Herde (Wöbers Rambour, Matapfel, Weide). Je nach der Gewebeschicht, in der die geschlossenen Herdabschnürungen liegen, verläuft die Umwallung ring- oder kappenförmig. Der verursachende Saugkanal muß nicht immer durch die Abkapselung hindurchziehen. Im Einzelfall konnte ihre Bildung auch in mehr oder weniger großer Entfernung seitlich vom Stichkanal festgestellt werden (Apfel Sorte Wöbers Rambour).

Nekrosen im Holzteil – in der Regel Einzelzellen – sind nicht häufig und kommen nur beim Apfel vor. Im Holzteil des Apfels fanden sich außerdem noch hyperblastisch entwickelte Zellen.

In Verbindung mit den Saugstichen der SJS treten in den verholzten Trieben von Kirschen (Süß-, Jap. Zierkirsche) starker Gummifluß und in Birnenfrüchten Steinzellen auf.

### *c. Besprechung der Ergebnisse*

Als Folgewirkungen des Saugstiches der SJS treten im besogenen Gewebe der bevorzugt befallenen Pflanzenteile Nekrosen auf. Sie finden sich beim Apfel in allen Gewebeschichten vom Periderm bis in den Holzteil. Bei den anderen untersuchten Pflanzen konnten sie nur im Periderm und in der Rinde beobachtet werden. Die Art ihrer Ausbildung scheint einmal art- bzw. sorteneigentümlich, zum anderen aber auch von der Gewebeschicht abhängig zu sein, in der sie vorkommen. So fanden sich die Abkapselungen bei Apfel ausschließlich im Periderm, in der Rinde und Cambialzone, dagegen nie tiefer im Holzteil, bei der Weide nur im Periderm. Überhaupt wurden Nekrosen im Holzteil nur sehr vereinzelt und allein beim Apfel angetroffen. Die Abkap-

selungen treten demnach nur in Geweben auf, die entweder noch meristematische Zonen enthalten oder imstande sind, unter äußeren Einflüssen sich sekundär zu Meristemen umzubilden. Sie stellen eine Abwehrreaktion der Pflanze dar, die sehr wahrscheinlich eine Verzögerung im Absterben des betroffenen Pflanzenteiles bewirken soll. So kann man z. B. verschiedentlich Apfelbäume – der Matapfel gehört dazu – beobachten, die den Eindruck einer gewissen Resistenz gegenüber der SJS erwecken, da sie ihrem massierten Angriff länger standzuhalten vermögen als andere.

*Abb. 23.* Zwei nebeneinander in die Rinde ziehende Stichkanäle mit nekrotischen Zellen. Querschnitt durch einen *mehrjährigen Johannisbeertrieb* (Rote Kirsch). Vergr.: ca. 280fach. Bezeichnungen wie Abb. 13 und weiter K = Kork

Neben Art- und Sorteneigentümlichkeiten scheinen Veranlagung und Zustand der einzelnen Wirtspflanzen und ihrer Teile von erheblicher Bedeutung zu sein, was auch Melis (1943) beobachtete und worauf im Abschnitt über Wirtspflanzen (S. 284) hingewiesen wurde. Ob sich damit die Unterschiede zwischen meinen und Ensers (1941, 1950) Befunden erklären lassen, ist kaum wahrscheinlich.

Mulden im Cambium und Holzteil, wie sie dieser Autor abbildet und wie sie ähnlich von Kochs (1899) und Morstatt (1908) für Diaspinen beschrieben werden, konnte ich bei meinem Pflanzenmaterial nicht feststellen. Ebensowenig ließen sich Erscheinungen finden, die den von Lüstner (1922) für *Epidiaspis betulae* angegebenen gleichen. Nur ein einziges Mal habe ich an einem mehrjährigen Trieb der Apfelsorte Wöbers Rambour eine ca. 1,3 mm lange, ganz flache Vertiefung in der Cambialzone feststellen können (Abb. 24). Das in diesem Schnitt getroffene Stück eines Saugkanals zieht durch einen Markstrahl in das Holz und biegt an der Grenze zum vorhergehenden Jahresring zur Seite, um für ein kurzes Stück an diesem alten Jahresring entlangzuziehen. Obwohl die Cambiumzone und einige wenige rindenwärts davon gelegene Gewebeschichten, wie die Abbildung deutlich zeigt, in Form eines etwas helleren gelbbraunen Streifens bänderartig verfärbt sind, ist es trotzdem wenig wahrscheinlich, daß diese Einbuchtung pathologischer Natur ist. Einmal ist nur dieses sehr kurze Stichkanalstück zu sehen, das für die Muldenbildung verantwortlich gemacht werden müßte, zum anderen erfolgt der laufende Zuwachs nicht gleichzeitig auf dem ganzen Umfang und in gleicher Stärke. Selbst wenn man der physiologischen Wirkung des Saugkanals – und eine solche muß man neben der mechanischen Verletzung und dem Aussaugen der Zellen für im Zusammenhang mit dem Saugstich auftretende Gewebeveränderung annehmen – eine gewisse Ausstrahlung zubilligt, kann ein einziges Borstenbündel nicht ohne weiteres eine derartige in die Länge gezogene Vertiefung hervorrufen. Sie müßten dann wohl sehr häufig und leicht zu finden sein.

Das Auftreten tumorartiger Gewebemißbildungen im und am Markstrahl in der von ENSER (1941, 1950) beschriebenen Art konnte nicht bestätigt werden. Die hyperblastischen Zellen im Holzteil sind nicht diesen Tumoren gleichzusetzen und auch nicht als deren Anfangsstadium anzusehen. Wurden sie doch nur bei der einen Apfelsorte gefunden; auch fehlte in jedem Fall der Zusammenhang mit einem Markstrahl, wie das nach ENSER (1941, 1950) unerläßlich zu sein scheint. Die Stiche führten immer gleich in den Holzteil. Die von ihm beschriebenen Hohlräume in den Tumoren waren auch nicht festzustellen.

*Abb. 24.* Ein Saugkanal aus dem Siebteil ins Holz verlaufend biegt an der Grenze des vorhergehenden Jahresringes um und zieht nach der Seite weiter. Cambium und jüngster Siebteil bandförmig verbräunt. Cambialzone schwach muldenartig vertieft. Querschnitt durch einen *mehrjährigen Apfeltrieb* (Wöber's Rambour). Vergr.: 65fach. Bezeichnungen wie Abb. 7

Dagegen ist der Annahme von ENSER (1941, 1950) zuzustimmen, daß die Auswirkung des Saugstiches der SJS eine längere Zeit benötigt, bevor sich Veränderungen im Wirtsgewebe zeigen. Es ist kaum wahrscheinlich, daß Gewebeveränderungen im unmittelbaren Gefolge des Saugstiches auftreten. So können vermutlich die Stiche, die besonders im Holzteil, ohne jede Gewebeveränderung verlaufen noch als zu jung betrachtet werden, um schon solche Veränderungen hervorzurufen. Trotzdem lassen sich die Unterschiede zwischen den Beobachtungen von ENSER (1941, 1950) und den eigenen nicht ohne weiteres mit dem Zeitfaktor erklären. Bei den verhältnismäßig vielen und langen, mehr oder weniger wellenförmigen Stichkanälen in der Cambialzone dürfte die Einwirkung lange genug gedauert haben, daß sich wenigstens die Andeutung einer Muldenbildung hätte zeigen müssen. Ganz besonders gilt das für die Fälle, in denen der Saugkanal in den Holzteil eindringt und im jüngsten Jahresring bzw. an dessen Grenze zum nächstälteren zur Seite abbiegt, also vermutlich zu Beginn oder während der gerade laufenden Vegetationsperiode angelegt wurde und dann mit dem neuen Holzzuwachs in die Tiefe gewandert ist, ohne daß eine Mulde entstand.

Meiner Meinung nach stellen die Gewebeanomalien im Holzteil des Apfels einen endgültigen Zustand dar. Nach der Lage der Stichkanäle würde in diesen Fällen die Einwirkungsdauer zweifellos ausgereicht haben, um einen völlig entwickelten Tumor hervorrufen zu können, zumal die Gefäßzellen des jüngsten Jahresringes, in die der Stich in der Regel hinführt, anfänglich noch lebend und nicht gänzlich verholzt sind.

Auf alle Fälle ist das Auftreten von Nekrosen im Holzteil und in der Cambialzone ein Beweis dafür, daß die schädigenden Einflüsse lang genug wirksam gewesen sein müssen.

Bei der Bildung von Nekrosen bestehen, abgesehen von den abgekapselten Herden, keine Unterschiede von wesentlicher Bedeutung zwischen den

Befunden von Enser (1941, 1950) und den eigenen. Da jener keine näheren Angaben über die Sortenzugehörigkeit des von ihm untersuchten Materials macht, ist es möglich, daß er Sorten bearbeitet hat, bei denen keine abgeriegelten Nekrosen vorkommen, wie ich sie beobachten konnte.

Da ich im Cambium keine Mulden gefunden habe, konnte ich auch die damit zusammenhängenden Risse im Rindenparenchym nicht entdecken. Sah ich in meinen Präparaten in diesem Gewebe Risse, waren sie in jedem Fall schnittbedingt.

Ein Abtöten des Cambiums mit seinen weiteren Folgen, nach Enser (1941, 1950) die Hauptursache des Absterbens befallener Pflanzenteile, scheidet m.E. als Grund für das Eingehen besogener Pflanzenteile aus. Welche Umstände hierfür in Betracht zu ziehen sind, sei nunmehr besprochen.

Man könnte annehmen, daß die *mechanische Verletzung* durch das Borstenbündel allein (Heriot, 1944; Büsgen, 1891) oder der Druck der ausgeschiedenen Scheidensubstanz auf das Gewebe (Büsgen, 1891) – vor allem, wenn sie besonders stark auftritt – ausreichte, um eine Pflanze bei Massenbefall von SJS zu Tode zu bringen. Dieser Auffassung steht folgendes entgegen.

1. Es müßten dann unterschiedslos alle Teile, auf denen der Parasit gehäuft vorkommt, vernichtet werden. Das trifft aber nur für verholzte Teile zu. Früchte und krautige Organe sterben auch bei stärkstem Befall nicht ab. Ich konnte, abgesehen von einzelnen Exemplaren mit gelegentlichen kleineren Eindellungen an der Oberhaut, noch nicht einmal narbige oder geplatzte oder gar verkümmerte Früchte beobachten, wie sie nach Sachteleben (1933) vorkommen sollen. Sie mögen vereinzelt, so vor allem bei Birne, einmal auftreten, sind aber auch da nicht die Regel.

2. Die Verletzung durch ein Borstenbündel von etwa 2,5 µ Durchmesser ist bei einer Parenchymzelle mittlerer Größe von ca. 36,5–40 µ Durchmesser wohl zu gering, als daß dadurch, selbst bei einem Massenauftreten des Schädlings, der Tod einer Zelle oder ganzer Zellgruppen bewirkt werden könnte.

3. Es finden sich häufig Zellen, auch bei verholzten Teilen, die ohne Veränderung durchbohrt sind, während andere von demselben Saugkanal durchzogene Zellen Nekrosen aufweisen.

Zudem werden infolge der bei den Häutungen im Pflanzengewebe steckenbleibenden Borstensklerite bei Massenbefall doch bedeutend mehr Saugbündel in der Pflanze angetroffen, als Tiere vorhanden sind.

4. Schließlich konnte verschiedentlich nur bei Blattstielen eine überdurchschnittliche Produktion von Scheidensekret festgestellt werden. Die Speichelscheide war jedoch außer in Epidermiszellen oder in einer unmittelbar darunterliegenden Hypodermiszelle nie so stark entwickelt, daß sie das ganze Zellumen ausgefüllt hätte. Im verholzten Trieb war sie stets gleichmäßig ausgebildet.

Es kann somit weder die Verletzung durch den Saugstich noch der Druck der Scheidensubstanz eine sich auf den ganzen besogenen Pflanzenteil auswirkende Schädigung hervorrufen oder gar dessen Absterben verursachen. Die Ursachen müssen *physiologischer,* wenn nicht gar *toxischer Natur* sein.

Die von Enser (1941, 1950), Lüstner (1922), Morstatt (1908) und Kochs (1899) beschriebenen Wachstumshemmungen scheiden, wie erwähnt, als Ursachenkomplexe für den tödlichen Ausgang des Befalls aus. Ebensowenig konnten die von Zweigelt (1914) aufgeführten Schaderscheinungen gefunden werden. Sie sind sehr wahrscheinlich auf Aphiden beschränkt. Es

wurden von mir bei den im Saugbereich liegenden Zellen weder kernlose Zellen mit Protoplasmakappen noch aktive Kernwanderungen zum Saugkanal hin gesehen. Es ist auch kaum wahrscheinlich, daß im Leitgewebe verholzter Triebe, in das die meisten SJS-Stiche führen, mit seinem kontinuierlichen Saftstrom nicht mehr ausgleichbare Turgorschwankungen, nach Zweigelt (1914) die Hauptursache für das Absterben besogener Gewebe, auftreten.

Liegen sonach die Ursachen für das Absterben der befallenen verholzten Teile in den von der SJS bedingten pathologischen Gewebeveränderungen, den Nekrosen, indem sie bei gehäuftem Auftreten zum Tod des besogenen Pflanzenteils und dann der ganzen Pflanze führen?

Ihre Entstehung und Auswirkung vom physiologischen Zustand der Pflanzen und ihrer Teile und der Ernährungsweise des Parasiten (extraintestinale Verdauung) ist wahrscheinlich. Daß die Nekrosen als solche als unmittelbare Folge des Saugstiches in erster Linie ein Ausdruck der erblichen Beschaffenheit der Wirtspflanzen sind, steht wohl außer allem Zweifel.

Ich stelle mir nun den Ablauf der Erscheinung folgendermaßen vor. Mit dem bleibenden Einstich der Saugborsten ins Gewebe durch die Junglarve beginnt der Saugakt und damit die Sekretausscheidung. Erreicht das Stechbündel eine gewisse Tiefe, beginnt die eigentliche Nahrungsaufnahme aus den Zellen. Durch die aufspaltende Wirkung der im Speichel enthaltenen Fermente wird der Inhalt der fraglichen Zellen in eine für die SJS aufnehmbare und weiterverwertbare Form gebracht. Das bedeutet zweifellos eine Störung der normalen physiologischen Abläufe innerhalb der betroffenen Zellen. Je nachdem, ob die Einwirkung durch die Pflanze ausgeglichen werden kann oder nicht, behält das Gewebe sein unverändertes Aussehen oder wird nekrotisch. So können die grünen krautartigen Organe mit ihrer regen Assimilation verhältnismäßig schnell durch den Saftentzug bedingte Substanzverluste ausgleichen oder schädliche Einflüsse, etwa durch nicht aufgenommene Spaltprodukte, unwirksam machen. Es lassen sich z. B. beim Blattstiel weder am ungefärbten noch am vital gefärbten Frischschnitt irgendwelche Veränderungen beobachten.

Nicht so leicht scheint die Möglichkeit eines Ausgleichs bei der Frucht zu sein. Sie hat eine verhältnismäßig dünne assimilierende Gewebezone, da der weitaus größte Teil des Fruchtfleisches der Speicherung dient. Offenbar ist hier der Ersatz von Substanzverlusten infolge des Saftentzuges oder die Inaktivierung schädlich wirkender Spaltungs- oder Abbauprodukte nicht mehr so schnell möglich wie bei einem Blattstiel. Der Querschnitt durch eine Apfelfrucht (Abb. 12) zeigt bei N einen Komplex intensiver gefärbter Zellen, aus dem ein sich teilender Stichkanal herauszieht. Obwohl am ungefärbten Frischschnitt nichts festgestellt werden konnte, hoben sich nach der vitalen Anfärbung diese Zellen durch ihre besonders starke Farbaufnahme von der Umgebung ab. Sie hatten offenbar eine physiologische Veränderung erfahren, die zu einer verstärkten Aufnahme des Farbstoffes führte.

Noch geringer als bei einer Frucht dürfte die Ausgleichsmöglichkeit in den verholzten Teilen sein, besonders wenn sie außen verkorkt sind. In diesem Falle findet praktisch keine Assimilation mehr statt. Das Parenchym dient ausschließlich Speicherzwecken. Substanzverluste können – verhältnismäßig langsam – nur aus dem Leitgewebe ersetzt werden. Da damit auch die Möglichkeit der Ausschaltung von schädlichen Einflüssen abgeschwächt oder un-

wirksam gemacht bzw. erheblich verringert ist, wird vermutlich die Bildung von Nekrosen begünstigt.

Ein wichtiges Moment dürfte dabei auch die jeweils gegebene Prädisposition der einzelnen Zellen sein. So berichtet z. B. WARTENBERG (1953/54), daß bei Blutlausgallen das Cambium zur Gallenbildung angeregt wird, obwohl der Stichkanal der Laus bereits mehrere Gewebeschichten vorher zu Ende ist. Der Reizstoff muß also diese Schichten durchwandert haben und, da sie keine Veränderung zeigten, ohne Einfluß auf sie geblieben sein. Auch sollen die xylemseitigen Cambiumlagen viel schneller und empfindlicher reagieren als die phloemseitigen.

Pflanzen und ihre einzelnen Teile repräsentieren physiologisch keine in sich geschlossene gleichartige Einheit (THIEM, 1953). Die einzelnen Zellen weisen gegeneinander Unterschiede auf und stehen in begrenztem Wechselspiel miteinander. Die Einzelzellen reagieren daher nicht alle gleichsinnig auf einen von außen kommenden Reiz. Deshalb können nach KÜSTER (1916) einzelne Zellen pathologisch bedingt absterben, wenn energisch wirkende chemische Stoffe auf sie einwirken oder ihre Widerstandsfähigkeit so herabgesetzt ist, daß bereits Faktoren ihrem Leben ein Ende zu bereiten vermögen, die normale Zellen nicht zum Absterben bringen. Es ist dabei eine, wie er es nennt, differenzierte Nekrose möglich, indem bestimmte Gewebepartien zugrunde gehen, während die Nachbarschaft am Leben bleibt, obwohl sie den gleichen Einflüssen ausgesetzt ist.

Ein pathologisch bewirktes Absterben muß nicht immer durch von außen kommende Einflüsse, wie Parasiten, Frost u. dgl., zustande kommen. Es kann, ebenfalls nach KÜSTER (1916), auch eine Folge von Vorgängen innerhalb der Pflanze sein, indem Stoffe, die in absterbenden Zellen produziert werden, aus diesen herausdiffundieren, die lebende Nachbarschaft angreifen und dort gleichfalls Nekrosen hervorrufen.

Der gleiche Forscher hat in dem Kapitel über „Chemomorphosen" darauf hingewiesen, daß die Pigmentbildung in pflanzlichen Zellen im Zusammenhang mit dem besonders hohen Zuckergehalt von Zellen steht, z. B. die Anthozyanbildung infolge von Zuckerzufuhr durch Verwundung oder nach Infektion durch tierische Parasiten u. dgl. mehr. Er hat ferner dargetan, daß Wachstums-, Gestaltungs- und Differenzierungsanomalien nichts anderes sind als Reaktionen auf Stoffwechselstörungen.

Daß dabei nur bestimmt veranlagte Zellen auf die Einwirkung bzw. den Reiz ansprechen, wird an dem Beispiel von *Eriophyes tiliae* demonstriert. Auf deren Reiz reagieren allein die Blattepidermen durch verstärkte Haarbildung und zwar nicht nur die Epidermiszellen der Stelle, an der die Milbe gerade sitzt, sondern – infolge Diffusion des Reizstoffes durch das Mesophyll – auch die genau auf der gegenüberliegenden Seite befindlichen. Dabei schwankt das Auftreten der Haarbildung nach dem jeweiligen Standort der Pflanzen. An manchen Standorten soll es völlig unterbleiben können.

Diese Erkenntnisse auf die beschriebenen Erscheinungen bei der SJS übertragen würde besagen, daß das ausgeschiedene Sekret, das gewiß zusammengesetzter Natur ist, auf den Inhalt gewisser Zellen zersetzend wirkt und daß diese Einwirkung zweifellos das auslösende Moment für alle Folgeerscheinungen darstellt.

Werden die dabei entstehenden Zellprodukte von dem Insekt so schnell aufgesaugt, daß die Zelle eher leer ist, als durch eine Zufuhr neuer Stoffe Ersatz geschafft werden kann, geht die betroffene Zelle zugrunde. Es wird

aber jeweils nur diese eine Zelle vernichtet; eine Einwirkung des Sekrets und der Zersetzungsprodukte auf die Nachbarschaft kommt nicht zustande, da mit den Nachbarzellen kein normaler Stoffaustausch mehr besteht.

Verläuft das Aufsaugen der Zellprodukte sehr langsam, so ist infolge des weiterlaufenden Stoffaustausches zwischen den Zellen die Möglichkeit einer Einwirkung des Sekretes auf die Nachbarschaft gegeben. In diesem Fall können auch diese Zellen in Mitleidenschaft gezogen werden. Berührt die Spitze des Stechborstenbündels inzwischen neue Zellen, bevor die vorausgegangene Zelle leergesogen bzw. die Wirkung des Sekrets erschöpft ist, vermögen Sekret und nicht aufgenommene Zersetzungsprodukte auf die Nachbarzellen schädigend zu wirken.

In jedem Fall aber ist die Einwirkung des Einstiches auf die Zellen von ihrer physiologischen Beschaffenheit bzw. ihrer „Erregbarkeit" (Wartenberg, 1953/54) abhängig. Nur so läßt sich das Entstehen nekrotischer Einzelzellen bzw. kleinerer oder größerer Nekroseherde in mehr oder weniger weiter Entfernung vom Stichkanal erklären (Abb. 19). Doch besagt das nicht, daß bei der allseitigen Ausbreitung der schädigenden Abbaustoffe die unverändert aussehenden Zellen, vor allem die zwischen der Reizquelle und dem Nekroseherd liegenden, nicht bereits nicht nachweisbare leichte Benachteiligungen ihres Inhaltes erfahren haben. Es darf aber angenommen werden, daß auch sie mit der Zeit eine sichtbare Veränderung erfahren hätten, sofern ihre Prädisposition eine entsprechende war.

Bei vom Stichkanal durchbohrten Zellen, die keine Veränderung zeigen, könnte man auch annehmen, daß die Fermentproduktion des Tieres aus irgendwelchen Gründen zeitweilig aussetzte und nur Sekret ohne Abbaufermente ausgeschieden wurde. Nach meinen Beobachtungen übt aber der ununterbrochen tätige Pharynx des Insekts laufend eine Saugwirkung aus. Stünde keine Nahrung in aufnehmbarer Form zur Verfügung, könnten bei dem herrschenden Sog auch größere Teilchen angesaugt werden, die zu gefährlichen Verstopfungen des engen Nahrungsganges führen könnten. Ich möchte daher diese Erscheinung, wie auch die seitab vom Stichkanal gelegenen Nekrosen für eine „differenzierte Nekrose" im Sinne Küster's (1916) halten.

Ist die Spitze eines Stechborstenbündels weitergewandert, bevor eine Zelle leergesaugt ist, kann es durch das Sekret bzw. durch die nicht aufgenommenen Zersetzungsprodukte bis zu ihrer Erschöpfung zu einer Steigerung der nachteiligen Einflüsse kommen. Bei einem Massenbefall durch den Parasiten werden sich diese Vorgänge überlagern und dadurch den betroffenen Pflanzenteil zum Absterben bringen. Das gilt zweifellos für die Fälle, in denen offene, nicht abgekapselte Nekrosen auftreten, weil hier eine Ausstrahlung von für die Nachbarschaft schädlichen Einflüssen ungehindert vor sich gehen kann und diese mit der Zunahme der Befallsdichte dauernd verstärkt wird.

Wie ist nun die *Sachlage bei den abgekapselten Nekrosen,* wie sie beim Apfel beobachtet werden? Kann die Abriegelung der Herde ein Absterben verhindern?

Bei den drei Schemata, die verschiedene Stadien einer solchen Abschnürung zeigen (Abb. 14–16), sind die außerhalb dieser Nekroseherde vorhandenen nekrotischen Einzelzellen weggelassen worden.

Zweifellos wird durch die Umwallung ein Schutz der umliegenden Zellen erreicht, obgleich er erst mit der völligen Schließung des Ringes ganz wirksam wird. Bis dieser Zustand erreicht ist, besteht die Möglichkeit, daß aus den eingeschlossenen Zellen Stoffe durch die Ringlücke nach außen diffundieren

und außerhalb des Ringes wirken. Soweit sie von stark geschädigten (absterbenden) Zellen kommen, kann es sich um weitere Abbau- und Zersetzungsprodukte handeln, die für normale Zellen giftig sind und ihren Widerstand mit der Zeit zum Erliegen bringen, wenn sie nicht schon in einem Zustand angetroffen wurden, in dem ihre Widerstandskraft ohnehin so herabgesetzt war, daß sie schließlich völlig zugrunde gehen.

Die völlige Abriegelung eines Nekroseherdes unterbindet zwar den Zustrom weiterer schädlicher Stoffe aus dem Inneren des Herdes, kann aber die nachteilige Einwirkung auf außerhalb gelegene Zellen nicht mehr verhindern. Die Abschließung eines größeren Nekroseherdes gewährleistet somit nur eine Verminderung, nicht aber eine völlige Unterbindung des Zustromes von zellschädigenden Einflüssen. Bei Massenbefall verzögert sie das Absterben eines Pflanzenteiles, verhindert es jedoch nicht. Außerdem besteht die Frage, inwieweit der Ausfall vieler solcher abgeschnürter Gewebekomplexe nicht allein schon genügt, um das Eingehen oder die Vergreisung von Pflanzen und Teilen derselben zu verursachen.

Da diese Vorgänge nicht schlagartig, sondern allmählich abrollen, und sicher auch eine gewisse Zeit verstrichen sein muß, ehe sie sichtbar und damit irreversibel werden, kann bei frühzeitiger und gründlicher Abtötung des Parasiten eine rechtzeitige Unterbrechung des so nachteiligen Prozesses erreicht werden und sich die Pflanze wieder erholen. Anders ausgedrückt: Der Erfolg einer chemischen Bekämpfung der SJS hängt sehr wesentlich von der Phase des SJS-Befalls ab. In der reversiblen Befallsphase erholt sich die betreffende Pflanze, während das in der irreversiblen nicht möglich ist.

Die Spuren eines Befalls sind noch lange sichtbar. An einem stark verseucht gewesenen Apfelbusch, der nach erfolgter Behandlung mehrere Jahre befallsfrei war, zeigten Zweige immer noch ein vergreistes Aussehen. Solche Verhältnisse sind auch von Apfelhochstämmen bekannt, die sich trotz erfolgreicher Bereinigung von der Laus und trotz Rückschnitts nicht erholen konnten und ausgehauen werden mußten.

Nunmehr möchte ich noch auf die beim Apfel beobachtete Abkapselung der Nekroseherde zurückkommen und auf die Bedeutung der phellogenartigen Ringe. Sind sie ein Zeichen von Resistenz oder Immunität und entsprechen den von Bramstedt (1938) für die Blutlaus beschriebenen Erscheinungen? Ich möchte diese Frage nicht ohne weiteres bejahen. Unter den hochanfälligen Obstarten kennt man bis jetzt weder SJS-immune Sorten, noch liegen beweiskräftige Beobachtungen über eine Resistenz gegenüber der SJS vor. Die scheinbare Resistenz mancher Apfelbäume, die hie und da zu beobachten ist, könnte auch vom Standort (Boden), Pflegezustand u. dgl. der Bäume mitbedingt sein. Diese Tatsache ist von vielen anderen Schädlingen, vor allem den sogenannten Schwächeparasiten, bekannt. Auch Balch (1952) deutet die in seiner Fig. 39 gebrachte Abriegelung geschädigten Gewebes nicht als eine Resistenzerscheinung. Wenn es sich beim Apfel tatsächlich um eine solche handeln sollte, müßten abgeriegelte Nekrosen sehr wahrscheinlich öfter anzutreffen sein. Im Hinblick auf die Gefährlichkeit der SJS wäre es zweifellos angebracht, die gängigen Apfelsorten auf das Auftreten abgekapselter Nekrosen und deren Häufigkeit planmäßig zu untersuchen und durch längere Freilandbeobachtungen festzustellen, welche Sorten unter den jeweils gegebenen Umständen dem massierten Angriff des Parasiten länger standhalten als andere. Da man infolge der Kleinheit des Tieres den SJS-Befall in seinen frühesten Anfängen nur zu leicht übersehen kann, wäre viel-

leicht auch die Möglichkeit gegeben, bei geeigneter Sortenauswahl einen Bestand zu retten, wenn der Parasit bereits zur Massenbesiedelung angesetzt hat.

Nach den bisherigen Ermittlungen über das Auftreten von Nekrosen hat sich bei den untersuchten Wirtspflanzen folgende Sachlage ergeben:

Je empfindlicher eine Pflanze gegenüber der SJS ist, um so leichter reagiert sie unter den entsprechenden inneren Voraussetzungen auf den Saugstich des Parasiten mit der Bildung von Nekrosen.

Am häufigsten und stärksten wurden sie bei Apfel, Japanischer Quitte und Zwermispel (Pomoideen) und bei der Johannisbeere *(Ribes rubrum)* angetroffen. Bei Birne, die verglichen mit dem Apfel weniger stark anfällig ist, wurden sie nicht so oft und stark angetroffen.

Unter den Prunoideen steht in der Empfindlichkeit der Pfirsich an der Spitze. Daß bei dem von mir untersuchten Material die Nekrosebildung nicht so häufig und stark ausgeprägt zu finden war, liegt offenbar im Alter der Pflanzenteile begründet. (Beim Pfirsich ist der SJS-Befall sehr wesentlich vom Kulturzustand der Anlage abhängig, i. a. soll zuerst und bevorzugt das ältere Holz, die jüngeren Triebe aber später befallen werden. Ich habe nur jüngere [1–3 jährige], jedoch stark besetzte Triebe untersucht.) Dem Pfirsich folgt die Japanische Zierkirsche als stark anfällig. Sie zeigte eine scheinbar stärkere Nekrosebildung als die etwas schwächer anfällige Süßkirsche. Allerdings läßt der bei beiden Arten starke Gummifluß eine einwandfreie Beurteilung nicht ohne weiteres zu.

Bei den nicht besonders stark anfälligen Gattungen Pappel und Weide waren Nekrosen nicht häufig und auch nicht erheblich.

In der Regel handelte es sich um offene Nekrosebildungen (Einzelzellen, kleinere oder größere Zellgruppen). Selbst der etwas widerstandsfähigere Matapfel und Wöber's Rambour mit ihren abgekapselten Herden zeigen neben diesen noch offene Nekrosen bzw. nekrotische Einzelzellen und sind nicht vor der Vernichtung geschützt.

Für die Obstarten ergibt sich danach etwa folgende vorläufige Reihe: 1. Häufige und teilweise starke Nekrosebildung (Sorten hochanfällig): Johannisbeere, Apfel und Japanische Quitte. 2. Schwache und nicht häufige Nekrosebildung, vermutlich aber nur in jüngeren Trieben (Sorten stark anfällig): Pfirsich. 3. Nekrosebildung schwach und nicht sehr häufig (Sorten bedingt anfällig): Birne. 4. Schwache und nicht häufige Nekrosebildung, jedoch starker Gummifluß (i. a. schwach anfällig): Süßkirsche.

## C. Zusammenfassung der Hauptergebnisse

### I. Zur Mechanik des Saugvorganges

1. Die fadenförmig entwickelten Mandibeln und Maxillen der SJS bilden zusammen ein biegsames Borstenbündel von der zwei- bis dreifachen Körperlänge des Insekts. Es wird nur bei den Häutungen unter Steckenlassen der alten abgestoßenen Sklerite völlig aus der Pflanze herausgezogen. In diesem Stadium sind die Borsten aus ihrem sonst so festen Zusammenhalt untereinander gelöst und liegen, aus ihren wannenförmigen Basalteilen nach rückwärts ausgeklappt, wie Uhrfedern spiralig eingerollt, je eine Mandibel und Maxille beieinander rechts und links des Mundgerüstes. Auf der Eigenelastizität der einzelnen Borste beruht die Tendenz des Einrollens der Bor-

sten. Das nach der Häutung in einer Crumena aufbewahrte Stechbündel wird dann durch Spannungsdruck in Bewegung gesetzt und der Einstich in die Wirtspflanze veranlaßt. Hier übernehmen die Zellwände und die Speichelscheide eine gewisse Führung des Stechborstenbündels, wobei der Geschmackssinn des Insekts eine Rolle spielen dürfte.

2. Das von Weber (1930) gegebene Rhynchotenschema der Stechborstenbewegung trifft für die SJS nicht zu. Unter anderem läßt sich weder im Labium noch an seiner Basis einwandfrei eine Klemmvorrichtung mit Muskeln erkennen; auch die Crumena zeigt keine Muskeln.

3. Die besonders eng verfalzten Maxillen bilden ein Doppelrohr, in dessen einem Teil Speichelsekret nach außen befördert wird, das die Speichelpumpe aus den Speicheldrüsen ansaugt und dann in das Maxillarrohr preßt. In dem anderen Teil des Doppelrohres erfolgt der Transport des extraintestinal vorverdauten Nahrungsstromes (in der Hauptsache wohl niedere Spaltprodukte von hochwertigen pflanzlichen Eiweißen).

Durch Kontraktionen des Pharynx entsteht ein Sog, durch den die Nahrung eingesaugt wird, um über den Oesophagus in den blindgeschlossenen kugeligen Magen zu gelangen. Aus diesem diffundiert sie in die Leibeshöhle. Die um den Magen kelchartig herumgreifenden Malpighischen Gefäße stehen sehr wahrscheinlich ausschließlich im Dienste der Schildbildung.

## II. Die Folgen des Saugvorganges

### *1. Die erkennbaren äußeren Folgen (Saughof)*

a. Die polyphage SJS hat einen sehr umfangreichen Wirtspflanzenkreis. Bei gewissen Wirtspflanzen ist die Entstehung eines Dauer- und Massenbefalls auch mit von der anfänglichen Besiedelungsstärke der Pflanze mit Jungläusen abhängig. Die besiedelungsfähigen Teile einer Wirtspflanze sind für die SJS nicht homogen, sondern masaikartig differenziert. Die Treffmöglichkeit dieser „weichen Punkte" wächst mit der Anzahl der darauf befindlichen Jungläuse.

b. Von den empfindlichen Wirtspflanzen reagieren vor allem zahlreiche Apfelsorten auf den Saugstich der SJS mit einer Rötung seiner Umgebung, dem Saughof. Wahrscheinlich wird unter dem Einfluß der Schildlaus ein Zuckerüberschuß gebildet, der unter Lichteinwirkung zur Anthozyanbildung führt. Außerdem dürfte der Wundreiz der Stichverletzung daran beteiligt sein.

Form, Größe, Intensität und Tiefgang der Rötung sind verschieden. Bei Früchten sind die obersten Gewebeschichten verfärbt, bei verholzten Trieben kann die Verfärbung bis in den Splint hineinreichen. Häufig läßt sich ein intensiver gefärbter Innenhof von einem schwächer gefärbten Außenhof unterscheiden.

### *2. Die inneren Folgen morphologischer Art (Saugkanal, Sekrethülle)*

a. Der Stichkanal verläuft vorwiegend intrazellulär. Stichtiefe und -form sind unterschiedlich, je nach Alter des Tieres und der Art des besogenen Pflanzenorganes.

Den Weg versperrende Hindernisse (kristallhaltige Zellen, Sklerenchymbündel) werden sowohl umgangen als auch durchbohrt. Im allgemeinen scheint der Stich im Inneren der Pflanze ungerichtet zu verlaufen. Doch darf

ein gewisses Auswahlvermögen des Parasiten für zusagende und nicht zusagende Zellen angenommen werden.

b. Das Borstenbündel wird fast überall von einer wohlausgebildeten Sekrethülle umgeben, die nicht zur Festigung des Borstenzusammenhaltes dient. Bei Biegungen und Verzweigungen des Stichkanals innerhalb von Zellen dürfte sie als Führungsrohr dienen. Bei gleichmäßiger, fast nie unterbrochener Ausscheidung kann es vor und auch nach größeren Hindernissen zu stärkeren Anhäufungen von Sekretmasse kommen.

### *3. Die phytopathologischen Folgen*

a. Durch den Saugakt der SJS gelangen aus deren Speicheldrüsen Speichelsekrete in das besogene Gewebe der Wirtspflanzen, die einmal zur bleibenden Auskleidung der Saugkanäle führen, zum anderen innerhalb des beeinflußten Pflanzengewebes eine Umwandlung nicht aufnehmbarer Nährstoffe in aufnehmbare bewirken.

Die Annahme, es könnten mit dem Speichelsekret auch noch unverträgliche Sonderstoffe (Toxine) in die Pflanze gelangen, ist wegen der ungleichen Verteilung von Nekrosen bei den verscheidenen Wirtspflanzen wenig wahrscheinlich.

b. Über die Einwirkung des Saugaktes auf die besogenen Pflanzen und Pflanzenteile liegen folgende Erfahrungen vor:

Bei *Blättern* und ihren *Stielen* ließen sich in keinem Falle irgendwelche Veränderungen durch den Saugakt feststellen (Apfel, Johannisbeere).

Bei *Früchten* konnten, von der Steinzellenbildung bei Birne abgesehen, im Inneren nur leichte physiologische Änderungen beobachtet werden. Sie traten erst nach Anfärbung infolge besonders tiefer Farbaufnahme durch die betreffenden Zellen hervor (Apfel).

Bei den *verholzten Trieben* wurden neben dem nur auf Kirschen beschränkten Gummifluß einheitlich Nekrosen beobachtet. Sie lagen sowohl im Rindenparenchym (bei allen untersuchten Pflanzenarten) als auch im Siebteil, Cambium und vereinzelt im Xylem (Apfel). In der Mehrzahl der Fälle waren es kleinere Nekrosekomplexe (Birne, Pappel, Weide, Johannisbeere) und nekrotische Einzelzellen (bei allen untersuchten Pflanzenarten), die vom Stichkanal durchbohrt waren oder an ihn angrenzten. Häufig kamen auch noch nekrotische Einzelzellen in mehr oder weniger großem Abstand seitlich des Stichkanals in der Rinde vor.

Größere Nekroseherde wurden lediglich beim Apfel gefunden. Sie waren teils offen (Matapfel) teils durch meristemartige Gewebebildungen gegen die Umgebung abgeriegelt (Matapfel, Wöber's Rambour). In der Cambium- und Siebteilzone zeigten sie die Form einseitig offener Kappen, im Rindenparenchym waren es allseitig geschlossene Ringe. In der Zone des Periderms, wo sie erhebliche Ausmaße erreichen konnten, ist sehr wahrscheinlich das Phellogen, welches sich in die Rinde vorwölbte, bei der Abriegelung beteiligt. Unsicher ist, ob hierbei die SJS die Ursache der Nekrose ist oder ob der Parasit nachträglich in einen natürlichen Verkorkungsvorgang eingestochen hat. Auf Grund der Sachlage beim Matapfel dürfte die erste Möglichkeit die wahrscheinlichere sein. Bei Weide finden sich an glattrindigen Trieben häufig die roten Saughöfe auf warzenartigen Erhebungen des Abschlußgewebes. Im Querschnitt erwiesen sie sich als Lentizellenbildungen.

Die abgeriegelten Nekrosen waren meist von einem Stichkanal durchzogen. Nur in zwei Fällen fanden sie sich in mehr oder weniger großer Entfernung seitlich vom Stichkanal (Wöber's Rambour).

Im Holzteil waren nur vereinzelt nekrotische, dagegen verschiedentlich hyperblastisch entwickelte Zellen zu erkennen (Apfel).

c. Nach diesen Ermittlungen ergibt sich mit Bezug auf die schädliche Einwirkung der Laus auf die Pflanze folgende Sachlage:

Kann die Wirkung des Saugaktes der Schildlaus ausgeglichen werden, z. B. in stark assimilierenden Organen (Blättern und Blattstielen), entsteht keine Nekrose. Ist ein langsamer Ausgleich möglich, z. B. bei Früchten mit ihrer dünnen Assimilationsschicht, kommt es zu leichten physiologischen Schäden, die sich beim Anfärben zeigen. Fehlt eine Assimilation, wie bei den außen verkorkten, verholzten Trieben, und ist ein erheblich verlangsamter Ausgleich nur aus dem Leitgewebe möglich, kann es zur Bildung von Nekrosen kommen. Wird dabei eine Zelle so ausgesaugt, daß auf osmotischem Wege kein Nachschub erfolgen kann, bleibt die Nekrose auf diese beschränkt. Geht mit dem Umsichgreifen der Saugbündelspitze das Aussaugen langsam vor sich, und verbleiben in den angegriffenen Zellen nicht resorbierbare schädliche Zersetzungsprodukte, ergibt sich eine gegenseitige Steigerung der nachteiligen Einflüsse. Bei Massenbefall und Überlagerung dieser Vorgänge sterben die betroffenen Pflanzenteile ab.

Bei den nicht abgekapselten offenen Nekrosen ist das infolge der ungehinderten Möglichkeit einer allseitigen Ausbreitung der schädlichen Einflüsse leicht verständlich. Bei den abgeriegelten Nekrosen wird der Vorgang verzögert, doch nicht verhindert, da bis zur völligen Schließung des Ringes, im Falle der Kappenbildung sogar laufend, die schädlichen Einflüsse nach außen gelangen können. Außerdem dürfte bei Massenbefall der Ausfall vieler solcher abgeschnürter Nekroseherde bereits den Tod des betreffenden Pflanzenteiles nach sich ziehen.

Äußerlich geht das Hand in Hand mit einer Verfärbung der verholzten Pflanzenteile (Anschnitt mit Messer). Wirtspflanzen mit schwachem SJS-Befall bzw. wenigen Nekrosen sind imstande, diese Schäden auszugleichen (reparables Stadium), dagegen stark befallene Wirtspflanzen mit vielen Nekrosen nicht (irreparables Stadium).

### *4. Allgemeine Folgerungen*

a. Für die *praktischen Belange* des Pflanzenschutzes ist wichtig, gefährdete Pflanzen und Pflanzenteile noch vor dem Erreichen des irreparablen Stadiums vom Schädling zu säubern. Wenig zweckmäßig ist der starke Rückschnitt stark verseuchter Pflanzen mit erheblichen Rückgangserscheinungen.

b. Abgeschnürte Nekroseherde sind eine Abwehrreaktion der Pflanze auf die Angriffe der SJS. Fraglich ist ihre Deutung als Resistenzerscheinung.

## Zusammenfassung

Die Saugkanäle der San-José-Schildlaus sind in ihrer Form sehr unterschiedlich und haben in parenchymatischen Geweben vielfach Verzweigungen, vor allem am Kanalende. Diese können bei krautigen Pflanzenteilen und Früchten mehrere Äste aufweisen.

Wie bei vielen anderen Pflanzensaugern ist auch bei der San-José-Schildlaus das Borstenbündel im Pflanzengewebe von einer Sekretscheide einge-

hüllt. Sie dient den Borsten vor allem bei Biegungen als Führung. Daneben muß sie noch Fermente enthalten, welche die dem Tier zur Nahrung dienenden Zellsäfte aufschließen und umbauen. Auf der Wirkung dieser Fermente beruhen die im Gewebe verholzter Pflanzenteile zu beobachtenden Nekrosen und anderen Veränderungen. Siefanden sich als nekrotische Einzelzellen, die entweder von den Saugborsten durchbohrt waren oder entlang der Saugbahn verstreut im Gewebe lagen. Daneben waren kleinere oder größere Nekrosekomplexe festzustellen, die in der Regel von einem Saugkanal durchzogen waren. Beim Apfel waren die Nekroseherde vereinzelt durch meristematische Kappen oder Ringe gegen die Umgebung abgeriegelt. Viele Nekrosen, wie sie bei Massenbefall zu erwarten sind, müssen dann zum Absterben der betroffenen Pflanzenteile führen. Die Abkapselung der Herde ist als eine Abwehrreaktion der Pflanze anzusehen. Ihre Deutung als Resistenzerscheinung ist fraglich.

## Summary

The salivary sheaths of the San Jose Scale are very variable in form and have numereous ramifications in the parenchyma tissue, especially at the ends, which can have several branches in fruits and non-woody parts of plants.

As in many other plant sucking insects, the feeding stylets of the San Jose Scale are surrounded in the plant tissues by a secreted sheath which acts as a guide. It must also contain enzymes which break down the cell sap on which the insect feeds. The necroses and other alterations seen in the lignified parts of plants are due to the action of these enzymes. They occurred as individual necrotic cells which were either traversed by the stylets or lay scattered in the tissue along the salivary sheath. Larger or smaller complex necroses were also seen and were, as a rule, traversed by a salivary sheath. On apple, the necrotic groups were isolated from the surroundings by meristematic caps or rings. A large number of necroses, such as can be expected in a severe attack, must therefore lead to the death of the part of the plant concerned. The encapsulation of necroses is a protective reaction of the plant and its interpretation as a sign of resistance is questionable.

## Literatur

1. Balch, R. E.: Study of the Balsam Wooly Aphid, *Adelges Piceae* (Ratz.), and its Effects on Balsam Fir, Abies Balsamea (L.) Mill. Department of Agr. Ottawa, Canada no. 867, Jan. 1952.
2. Bramstedt, F.: Der Nachweis der Blutlausanfälligkeit der Apfelsorten. Zeitschrift für Pflanzenkr. (Pflanzenpath.) u. Pflanzensch. Bd. 48, 1938.
3. Büsgen, M.: Der Honigtau. Jen. Zsch. f. Naturw. 25, 1891.
4. Caesar, L.: The San José and Oyster Shell Scales. Ontario, Dept. Agric. Toronto, Ont. Bull. 219, 1914.
5. Chase, W. W.: The principal Parasites of the Peach. Georgia, Sta. Bd. Entom. Bull. no. 43, 1916.
6. Disselkamp, Chr.: Die Schildbildung der San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst. 1881). Höfchenbriefe, Heft 3, 1954.
7. Enser, K.: Histologische Untersuchungen über den Saugstich von *Aspidiotus perniciosus* Comst. Mitt. d. B. R. A. f. Land- u. Forstw. Heft 65, 1941.
   — Histologische Untersuchungen über den Saugstich von *Aspidiotus perniciosus* Comst. (San José-Schildlaus). Pflanzensch.-Ber. d. B. A. f. Pflanzenschutz, Wien, Bd. V, Heft 1/2, 1950.
8. Fotidor, M. R., and Raina, J. L.: San José Scale in Kashmir and its Control. Karachi, 1936.

9. Fulmek, L.: Die eigentlichen Gefahren der San José-Schildlaus in der Ostmark. Zsch. f. ang. Ent. 28, 1941.
10. Gambaro, P.: Il ciclo biologico dell' *Aspidiotus perniciosus* Comst. nel Veronese. Mem. Soc. ent. ital. 26, 1947.
11. Heriot, A. D.: Comparison of the injury to Apple caused by Scales and Aphids (*Homoptera: Aphididae* and *Coccidae*). Proc. ent. Soc. B. C. 41, Vernon, B. C. 1944.
12. Kochs, J.: Beiträge zur Einwirkung der Schildläuse auf das Pflanzengewebe. Jahrb. d. Hambg. Wiss. Anst. XVII, 1899, 3. Beiheft.
13. Krause, G.: Erkennung der San José-Schildlaus und anderer Deckelschildläuse auf einheimischem und importiertem Obst. Zsch. f. Pflanzenb. u. Pflanzenschutz, Sonderheft 1, Jahrg. 1950.
14. Küster, E.: Pathologische Pflanzenanatomie. Verlag G. Fischer, Jena, 1916.
15. Fitting, H., Schumacher, W., Harder, R., Firbas, Fr.: Lehrbuch der Botanik. Verlag G. Fischer, Jena, 1947.
16. Lüstner, G.: Die rote austernförmige Schildlaus *(Epidiaspis betulae = Diaspis fallax)*. Geisenheimer Mitt. f. Obst- u. Gartenb. Nr. 6–8, XXXVII, 1922.
17. Marlatt, C. L.: The San José or Chinese Scale. U. S. Dept. of Agric. Bull. 62, Washington, 1906.
18. Melis, A.: Contributo alla conoscenza dell' *Aspidiotus perniciosus* Comst. Redia, 29, 1943.
19. Morstatt, H.: Untersuchungen an der roten austernförmigen Schildlaus *Diaspis fallax* nov. nom. Horvath. Centrbl. f. Bakt., Parasitkd. u. Infkrh. Abt. II, Bd. XXI, 1908.
20. Overton, E.: Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 33, 1899.
21. Pflugfelder, O.: Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. V, 3. Abt. Insecta, VIII. Buch, Teil b, Coccina. Leipzig, 1939.
22. Quaintance, A. L.: The San José Scale and its Control. U. S. Dept. Agric. Washington D. C. Farmers' Bull. 650, 1950.
23. Sachtleben, H.: Die San José-Schildlaus, *Aspidiotus perniciosus* Comst. Flugbl. 122/123, B. R. A. f. Land- u. Forstw. 1933.
24. Sherman, F.: San José Scale; Orchard Spraying and Orchard Protection. North Carolina Dept. Agric. Raleigh, Bull. 209, 1915.
25. Snapp, O. J., and Alden, A. H.: U. S. Bur. Ent. A Note on the Life-history of the San José Scale *(Aspidiotus perniciosus)* in the South. III. Econ. Ent. XVI, no. 4, 1923.
26. Strassburger, E., und Koernicke, M.: Das botanische Praktikum. 6. Aufl. Jena, 1921.
27. Strugger, S.: Fluoreszenzmikroskopie und Mikrobiologie. Verlag M. u. H. Schaper, Hann., 1949.
28. Suter, P.: Untersuchungen über Körperbau, Entwicklungsgang und Rassendifferenzierung der Kommaschildlaus *Lepidosaphes ulmi* L. Mitt. d. Schweiz. Ent. Ges. XV, Heft 9, 1932.
29. Thiem, H.: Die San José-Schildlaus und ihre Bedeutung für den deutschen Obstbau. Flugbl. K 16, 1949, B. Z. A. Braunschweig.
— Betrachtungen zur Lage und Bekämpfung der San José-Schildlaus im südwestdeutschen Befallsgebiet. Zsch. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzensch. 55, 1948.
— Die San José-Schildlausgefahr und ihre Überwindung. Agrarwiss. u. Agrarpolitik, 15, 1951.
— Die Wirtspflanzen der San José-Schildlaus und ihre Bedeutung. Zsch. f. ang. Ent. Bd. 35, 1953.
30. Vaysierre, P.: Le Pou de San José – *Aspidiotus perniciosus* Comst. La Revue de Phytopathologie Appliquee Paris I, no. 6, rt. 7, 1913.
31. Vos, H. C., C. A. A.: De Invloed van *Pseudococcus citri* (Risso) Fern. op de Plant. Baarn, N. V. Hollandia Drukkerij, 1930.
32. Wartenberg, H.: Histologische Studien über Blutlausgallen, Blutlausabwehrnekrosen, Parenchymholzbinden und Markflecke bei Malussorten. Wiss. Zsch. d. Friedr.-Schiller-Univ. Jena, Jahrg. 3, 1953/54, Math. Nat. Reihe, Heft 3/4.
33. Weber, H.: Die Biologie der Schnabelkerfe (Hemipteren). Berlin, 1930.
34. Welsch. I.: Die Massenverbreitung der Pflaumenschildlaus (*Eulecanium corni* [Bouché] March.) und ihre Ursachen. Landw. Jahrb. Zsch. f. wiss. Landw. Berlin, 1937.
35. Zielke, C.: Über die Eschwollschildlaus, *Fonscolombea fraxini* (Kalt.) Ckll. (Hem. Cocc.) und ihre standörtlichen Befallsverhältnisse bei der Esche, *Fraxinus excelsior* L. Arb. Biol. Reichsanst. 23, Berlin, 1942.
36. Zweigelt, F.: Beiträge zur Kenntnis des Saugphänomens der Blattläuse und der Reaktion der Pflanzenzellen. Centrbl. f. Bakt. Parasitkd. und Infkrh. Abtlg. II, Bd. 42, 1914.

# Die Forstentomologie in der russischen Zeitschrift „Lesnoje chosjaistwo“ (Forstwirtschaft) Jahrgang 1956

Von L. Brammanis, Stockholm

„Lesnoje chosjaistwo“ wird von dem Ministerium für Forstwirtschaft der UdSSR herausgegeben und ist nicht nur die leitende, sondern auch die meistverbreitete forstwirtschaftliche Monatsschrift der Sowjetunion.

Eine besondere Eigenschaft der Zeitschrift ist, daß sämtliche Aufsätze in einer einheitlichen, ziemlich zusammengedrängten Form veröffentlicht werden. In der letzten Zeit wurde das Inhaltsverzeichnis durch eine Abteilung für forstentomologische und Forstschutzfragen erweitert. Zusammenfassungen der Aufsätze in einer Fremdsprache sind nicht vorhanden.

In dem folgenden Sammelbericht sind alle wichtigsten Aufsätze und Berichte, die den Forstschutz und die Forstentomologie berühren, aufgenommen und deren Inhalt in Kürze wiedergegeben. Die Referate dieses Sammelberichtes umfassen in der Reihenfolge den Jahrgang 1956 der Zeitschrift.

Die nach dem Titel stehende römische Ziffer bedeutet die Nummer des Heftes, während die arabische Ziffer auf die entsprechende Seite des Heftes hinweist. Bemerkungen des Referenten sind in Klammern oder unter den Zeilen angegeben und mit Ref. versehen.

## Jahrgang 1956

Fatachov, J. U.: *Der Pappelglasschwärmer und dessen Bekämpfung in Uzbekistan.* I/57

Der Glasschwärmer *Paranthrene (Sciapteron) tabaniformis* Rtt. f. *Kungessana* Alph. richtet in Baumschulen großen Schaden an. Diese Art ist nach Angaben von Koschantschikof in ganz Europa, Transkaukasien, Mittelasien, Sibirien bis in die nördliche Mongolei verbreitet. In Uzbekistan ist das schädliche Auftreten in 40 Distrikten festgestellt worden.

Der Schädling überwintert als Raupe und die Falter schlüpfen Ende Mai/Anfang Juni. Das Massenschwärmen findet bei 20–25° C Tagestemperatur statt. Die Eier werden in Rindenritzen einzeln, seltener zu zweit abgelegt. Die jungen Raupen dringen sofort ins Innere des Holzes ein. Der Fraß wird bis zum Herbst und auch einige Zeit im folgenden Frühjahr vor der Verpuppung fortgesetzt. Zur Verpuppung nagt die Raupe in der Markröhre eine Kammer und stößt das Bohrmehl durch das spätere Flugloch aus. Nach den Häufchen des weißlichen Bohrmehls kann man den Zeitpunkt der Verpuppung und des Schwärmens feststellen, was für die Vorbereitungen der Bekämpfungsmaßnahmen von großer Bedeutung ist. Die Massenverpuppung geschieht gewöhnlich zwischen dem 20.–25. Mai. Das Puppenstadium dauert 17–21 Tage. Die Generation ist also eine einjährige.

Als Bekämpfungsmaßnahme wird das Beschmieren der Fluglöcher mit Lehm vor dem Ausschlüpfen empfohlen. Ein Arbeiter kann an einem Tag bis zu 500–600 Pappelpflanzen behandeln. Bei starkem Angriff sind die Unkosten bei diesen Bekämpfungsverfahren bedeutend geringer als durch Bespritzung. Die Bespritzung kann mit 5 % DDT oder Hexachlorsuspension mit Erfolg durchgeführt werden. Versuche zeigten, daß der Falter gegen DDT empfindlicher ist als gegen HCH. Die Wirkung von HCH dauert 15–20 Tage.

Als Bekämpfungsverfahren wird auch empfohlen, bei den Pappelpflanzen die Seitenzweige bis zu 5–10 cm zu beschneiden. Die beschnittenen Seitentriebe werden mit Eiern belegt. Nach einer Woche müssen diese mit den Eiern belegten Zweige nochmals beschnitten und vernichtet werden.

Gajtschenja, P. A.: *Anwendung von DDT-Mineralölemulsion gegen primäre Schädlinge.* I/79

Verfasser berichtet in Kürze über die Bekämpfung einer Reihe primärer Schädlinge, wie *Ocneria dispar, Tortrix, Operophtera* etc. in Transkarpaten vom Flugzeug aus. Es wurden DDT- und HCH-Emulsionen verschiedener Konzentrationen versucht, wobei es sich erwies, daß die besten Resultate mit 12%iger DDT-Mineralölemulsion erhalten werden. Die Dosis betrug 50 Liter per ha. Am 7. Mai 1954 wurden in dieser Weise 10 000 ha Wald behandelt. Wegen ungünstiger Wetterlage wurde die Bekämpfung bis zum 30. Mai verlängert. Da sich die meisten Raupen zu dieser Zeit in älteren Stadien befinden, wurde die Dosis von 5 kg auf 7,5 kg Gift per ha erhöht. Zur genaueren Feststellung der Mortalität wurden die Probeflächen mit kalkbestrichenen Platten bedeckt. Die Bekämpfung ergab 97,6–99 % Erfolg.

Červonnij, M. G.: *Einiges über die Überwachung der Waldbestände mit Hilfe von Flugzeugen.* II/57

In den dünnbesiedelten und entlegenen Teilen der UdSSR, wie z. B. in Sibirien und Altajgebiet, findet ein Flugforschungsdienst zur Überwachung und schnellen Entdeckung von Waldbränden und Insektenkalamitäten statt. Auf Grund eigener Erfahrungen werden Vorschläge gemacht, zur Verbesserung des Forstschutzdienstes Maschinen einzusetzen, die außer dem Piloten noch zwei entsprechend geschulte Beobachter an Bord haben sollten, von denen der eine die Flugroute korrigiert und der andere die Kalamitäten in die Karten einzeichnet. Das Flugzeug sollte weiterhin auch für Fallschirmabsprung geeignet sein.

Das vom Verf. eingesetzte Flugzeug An-2 konnte im Altajgebirge im Laufe von 60 Flugstunden (10 Aufstiege) ein Gebiet von 4,5 Mill. ha Wald inspizieren. Für eine Überwachung von 600 000 ha bedarf es 8 Arbeitsstunden. Bei Flugrouten mit je 8 km Abstand kann ein Forstpathologe während der Saison 20 Mill. ha Wald inspizieren. Der Flugforstschutzdienst beginnt Ende Juni und wird bis zum Herbst fortgesetzt. Vorzugsweise kommen folgende Forstschädlinge in Frage: der sibirische Kiefernspinner *(Dendrolimus sibiricus),* teilweise auch der Schwammspinner.

Zur Feststellung von neuentstandenen Herden muß zwischen den Flug-

routen 4 km Abstand und eine Flughöhe von 400 Meter eingehalten werden. Für detaillierte Beschreibungen und Eintragungen des festgestellten Schädlingsherdes in Karten ist es notwendig, auf 200 Meter herunterzugehen. Wiederholte Inspektion einer *Dendrolimus*-Kalamität ist zweckmäßig, falls sich der Herd schnell verbreitet. Außer der Größe der angegriffenen Flächen müssen auch die notwendigsten Bestandesangaben notiert werden. Flächen bis zu 200 ha werden okulär geschätzt, größere nach den Karten. Die bearbeiteten Angaben werden sofort den zuständigen örtlichen Forstverwaltungen zugestellt. Verheerungen durch den Kiefernspinner haben in der letzten Zeit zugenommen, so daß die Überwachung verbessert und das Personal besser geschult werden müssen.

Chramzov, N. N. und Jakovlev, V. P.: *Bekämpfung der Forstschädlinge und Forstkrankheiten in den europäischen Ländern.* III/88

An Hand von Berichten der 8. Tagung des forstwirtschaftlichen Komitees der Vereinten Nationen im Jahre 1955 in Rom wird ein Überblick über die Zustände des Forstschutzes in verschiedenen europäischen Ländern gegeben. In Kürze wird über die in diesen Ländern vorkommenden Hauptschädlinge und Waldkrankheiten sowie über die z. Z. verwendeten Bekämpfungsmittel und -maßnahmen berichtet. Der Bericht umfaßt folgende Länder: Österreich, Großbritannien, Frankreich, die Deutsche Bundesrepublik, Finnland, Spanien, Italien, Portugal und die Schweiz.

Červonnij, M. G. und Kolomijec, N. G.: *Eine Methode beim Flugforstschutzdienst.* IV/49

Bei der Überwachung von Waldbeständen vom Flugzeug aus wird der Insektenbefall nach den verschiedenen Verfärbungen der angegriffenen Waldbestände festgestellt. In einer beigefügten Tabelle werden die verschiedenen Abstufungen der Laub- und Nadelverfärbung und die entsprechende Fraßintensität angegeben. Die sibirische Tanne und die gewöhnliche Fichte erhalten z. B. bei 75–100 % Nadelverlust einen marmor-rosa und bei 50–75 % einen hellsandigen Farbton. Bei einem Nadelverlust bis zu 50 % zeigen die Wipfel der Bäume normal grüne bis graue Farbe. Bei der Kiefer ist die Verfärbung der Nadeln bei den ersten zwei Fraßstufen eine hellorange bis ziegelrote. Bei geringer Entnadelung ist keine Verfärbung zu unterscheiden. Bei der sibirischen Lärche verfärben sich die Bestände bei stärkstem Fraß hellgrau-violett, bei 50–75 % Entnadelung bläulich-grün und bis zu 50 % grünlich-grau.

Die Farbabstufungen sind nach Bondarzevs Farbtabelle zusammengestellt. Am schwierigsten ist es, den Beginn einer Kalamität anhand der Verfärbungen festzustellen. In solchen Fällen wird die markierte Stelle nach einiger Zeit wiederholt beobachtet. Ältere Fraßherde sind von den frischen durch die trübgraue Farbe leicht zu unterscheiden. Bei Laubholzbeständen sind die Fraßstellen teilweise durch Lichtwerden und teilweise durch eine gelbliche Verfärbung des Laubes zu erkennen. Für genauere Untersuchungen von Fraßherden in entfernt gelegenen Waldgebieten müssen forstpathologisch geschulte Fallschirmspringer eingesetzt werden.

Okunev, P. P.: *Verwendung von DDT und Hexachlor zum Schutz nicht entrindeten Holzes gegen Schädlinge.* IV/53

Versuche, geschlagenes Holz mit chemischen Mitteln gegen Insektenangriff zu schützen, wurden im Jahre 1953 im Versuchsrevier Siversk (Distrikt Leningrad) in gemischten Kiefern-Fichtenbeständen der IV. Altersklasse angelegt. Für den Versuch wurde im April eine größere Anzahl 6,5 m langer und 29–38 cm dicker Baumstämme (Kiefer und Fichte) auf Unterlagen an mehreren Stellen auf Kahlschlägen ausgelegt. Zur Bespritzung wurde 5,5% DDT und 12% Hexachlor sowie 1% DDT-Emulsion verwendet. Letztere bestand aus: 1% technisches DDT, 5% Lösungsöl, 1,5% Petroleum und 92% Wasser. Für 1 m² Holzfläche wurden 10 g DDT und Hexachlor sowie 0,6 Liter Emulsion verbraucht, d.h. je 1 m³ Holz 135–150 g Gift oder 8 bis 9 Liter DDT-Emulsion. Schon die erste Kontrolle zeigte, daß die Bespritzung Erfolg hatte. Die vorbeugende Wirkung erstreckt sich bei DDT und Hexachlor auf zwei bis drei Wochen, bei DDT-Emulsion bis auf einen Monat. Es konnte beobachtet werden, daß sich die Borkenkäfer nicht in die Stämme einbohrten, sondern meistens davonflogen. Die Schädlinge, die sich ausnahmsweise dennoch einbohrten, starben ohne vorherige Eiablage ab.

Die behandelten und unbehandelten Stämme wurden im Oktober desselben Jahres untersucht. Dabei erwies sich, daß die Populationsdichte auf den unbehandelten Kontrollstämmen die Population des behandelten Holzes um das Vielfache überstieg. So wurden z. B. auf den Kontrollstämmen je 1 m² Rindenfläche im Durchschnitt 23 *Ips typographus*-Brutgänge gezählt, bei behandelten Stämmen mit 5% DDT nur 1 Gang per m². Noch bessere Resultate wurden mit 1% DDT-Emulsion erhalten. Auf den Kiefernstämmen wurden vor der Bespritzung je 1 m² Rindenfläche 39 Brutgänge gezählt. Nach der Behandlung betrug die Zahl der Gänge bei DDT 21 per m², bei 1% DDT-Emulsion jedoch nur 5 Gänge per m² Rindenfläche.

Die Schlußergebnisse bewiesen, daß die besten Erfolge mit Fichtenholz erzielt wurden. Zweidrittel der Versuchsstämme erwiesen sich nach 5 Monaten Lagerung im Walde vollkommen gesund, nicht befallen und nicht verfärbt, 33% der Stämme nach Behandlung mit Hexachlor 5–7mal weniger und nach Behandlung mit DDT-Emulsion sogar 10mal weniger angegriffen als die Kontrollstämme. Durchschnittlich war bei Fichtenholz der Angriff 15–30mal geringer als bei unbehandelten Stämmen und bei Anwendung von 1% DDT-Emulsion wurde das Fichtenholz 100%ig gegen Borkenkäferangriff geschützt. Ein Arbeiter kann an einem Tage (8 Stunden) 40–50 m³ gelagertes Holz mit einer Rückenspritze behandeln. Ein von der Forstlichen Versuchsanstalt speziell konstruierter Traktor-Verstäuber wird empfohlen.

Schorochov, P. I.: *Mangelhafte Zustände bei der Bekämpfung des sibirischen Spinners*[1]. V/51

Der sibirische Spinner ist ein äußerst gefährlicher Forstschädling und sein Ausbreitungsgebiet erstreckt sich vom Ural bis Sachalin und auf die Kurilschen Inseln.

Die Entwicklung ist zweijährig. Die im Juni geschlüpften Raupen häuten

[1] *Dendrolimus sibiricus.* Ref.

sich bis zum Herbst 2–3mal und gehen Anfang Oktober in die Bodenstreu. Die überwinterten Raupen begeben sich Ende April in die Baumkronen. Die Verpuppung findet nach der zweiten Überwinterung Anfang Juni des dritten Jahres statt. Die Massenvermehrung geschieht explosivartig und umfaßt bei günstigen Wetterverhältnissen in kurzer Zeit ausgedehnte Waldflächen von mehreren hunderttausend ha Wald. Das eruptive Zunehmen der Population dauert 4–6 Jahre. Während dieser Zeit kann man bis zu 10000 und sogar 40000 Raupen pro Baum zählen. Es sei bemerkt, daß bei 200 bis 300 Raupen pro Baum der letzten Altersklassen die Kronen kahlgefressen werden. Angegriffen werden *Pinus cembrae, Abies* und *Larix* sowie verschiedene Laubbäume.

Der Zusammenbruch einer Kalamität erfolgt nach 10–14 Jahren, wobei der kritische Punkt schon im achten Jahre eintritt. Die Bekämpfung erfolgt durch Flugzeugbestäubung. Als Gift wird 5,5 % DDT verwendet. Dosierung 15–20 kg per ha. Bei den zwei ersten Raupenstadien wurde eine Mortalität von 90–95 % erreicht. Die Bekämpfung älterer Raupen bleibt ohne Erfolg.

In den Jahren 1954–1955 wurden in Sibirien mehr als 30 Millionen ha Wald auf *Dendrolimus*-Befall vom Flugzeug aus inspiziert. Auf Grund der dabei erhaltenen Ergebnisse wurde auf umfangreichen Flächen Flugzeugbestäubung durchgeführt.

Die Vorarbeiten und die Bekämpfung selbst weisen leider noch viele Mängel auf. Vor allem scheinen die wissenschaftlichen Institutionen und die örtlichen Forstverwaltungen nicht genügend Rücksicht auf diesen Schädling zu nehmen.

Die z. Z. verwendeten Bekämpfungsmittel, wie Bestäubungen mit DDT, ergeben noch nicht völlig zufriedenstellende Resultate. Da DDT auf die älteren Raupen keine tödliche Wirkung hat, müssen die Bestäubungen eingestellt werden, wenn die Raupen gerade die größte Fraßtätigkeit zeigen. Nicht mehr als 20 % des Giftes verbleiben auf den Kronen der Bäume, da die Menge verweht wird. Die Haftfähigkeit ist ungenügend und das Gift wird oft vom ersten Regen abgespült. Ein Nachteil der jetzigen Bestäubung ist auch, daß nur bei gutem Wetter und in einigen Morgen- und Abendstunden bestäubt werden kann. Da das Flugzeug nicht höher als 15–20 Meter über dem Kronendach fliegen kann, muß die Bekämpfungsaktion oft wegen der topographischen Lage eingestellt werden.

Die wissenschaftlichen Institute werden aufgefordert, mehr Wert auf die mikrobiologische Bekämpfung zu legen und auf diese Weise Verheerungen durch den Spinner zu vermindern.

Kalmikov, P. I.: *Feststellung von Schädlingspopulationen durch Flugzeugbestäubung.* V/73

Zur Feststellung von Raupenpopulationen auf größeren Waldarealen werden bestimmte Probeflächen angelegt, durch Markierung gekennzeichnet und vom Flugzeug aus mit wirkungsvollen Giften bestäubt. Die Kontrolle der angelegten Probeflächen muß nach bestimmter Zeit durchgeführt werden, d. h. nachdem die vergifteten Raupen zu Boden gefallen sind. Anhand einer beigefügten Skizze wird gezeigt, wie auf einer ca. 100 × 50 m großen Probefläche die Ermittlung der Raupenpopulation durchgeführt werden sollte. An mehreren (7) Stellen der markierten Probeflächen werden kurz vor der Be-

stäubung weiße Tücher ausgelegt und am Boden befestigt. Die Auszählung der Raupen geschieht auf diesen Auffangtüchern.

Plugarj, I. G.: *Flugzeugbekämpfung des sibirischen Spinners*[2] *in Transbajkalien.* VII/47

Eine Gradation des Schädlings wurde in Cederbeständen am südlichen Ufer des Baikalsee schon 1953 beobachtet. Das bedrohte Gebiet lag 1200–1400 Meter hoch im Sajanschen Gebirge. Im Jahre 1954 wurden genauere Untersuchungen zur Feststellung der Populationsdichte durchgeführt, wobei die in Frage kommenden Waldgebiete in 4 Gruppen eingeteilt wurden: 1. stark verseuchte Flächen (3000–3500 Raupen pro Baum), Bestände 50–70% beschädigt; 2. Raupenpopulation 1000–1500 pro Baum, 25–30% beschädigt; 3. wenig verseuchte Bestände (10%), 50–150 Raupen pro Baum; 4. weniger als 10 Raupen pro Baum, keine Folgen des Fraßes. Auf Grund dieser Untersuchungen wurde im August 1955 eine umfangreiche Bestäubungsaktion durchgeführt. Vor der Bestäubung wurden auf den bedrohten Flächen genauere Untersuchungen über die Anzahl abgelegter Eier, Jungraupen und deren Gesundheitszustand durchgeführt. Raupenpopulation in den einzelnen Beständen belief sich auf 3000–4000 Raupen pro Baum; Parasitierungsgrad überstieg nicht 6–8%. Bestände mit mehr als 100–150 Raupen pro Baum wurden bestäubt.

Weiterhin berichtet Verfasser über den Verlauf der Flugzeugbestäubung, die Technik, Dosierung (15 kg Gift pro ha), Wetterverhältnisse und Dauer der Bekämpfungsaktion, sowie über die Resultate (100% Mortalität). Es wird leider nicht erwähnt, welch „aviochemisches Mittel" bei dieser Bestäubungsaktion verwendet wurde.

Merikejn, A. I.: *Über die Anwendung von chemischen Mitteln beim Holzschutz.* VII/47

Verfasser berichtet über Versuche, die zum Schutze des geschlagenen Holzes gegen Insektenbefall in den Jahren 1952–1953 unter der Leitung von Ing. Forstpathologe H. Parmas in einigen Revieren in Estland durchgeführt wurden. Das aufgestapelte, nicht entrindete Holz wurde teilweise mit 12% Hexachlor, teilweise mit 5% DDT vor dem Schwärmen der Borkenkäfer behandelt, wobei die Bestäubung in Zeitabschnitten von 20–30 Tagen zwei- bis dreimal durchgeführt wurde. Die Untersuchungen zeigten auf dem unbehandelten Holz 3,9 Borkenkäfer pro dcm² Rindenfläche und bei zweimaliger Bestäubung eine Verminderung der Population um das Zehnfache, bei dreimaliger Bestäubung wurden 0,1–0,7 Borkenkäfer pro dcm² Rindenfläche festgestellt, wobei 82–97% des Holzes befallsfrei war. Bei Behandlung des Kiefernholzes wurden schon bei einmaliger Bestäubung zufriedenstellende Resultate erreicht, was dadurch zu erklären ist, daß Kiefernholz hauptsächlich von Frühschwärmern beflogen wird. DDT und Hexachlor haben die gleiche Wirkung.

Seit dem Jahre 1954 wird in Estland ungefähr 70% des eingeschlagenen, nach dem 1. Mai im Walde liegengelassenen Holzes bestäubt, wobei 5% DDT,

[2] *Dendrolimus sibiricus.* Ref.

12% und 25% Hexachlor und 2% DDT-Emulsion verwendet wird. Pro 1 $m^3$ Holz werden 0,1–0,3 kg Bestäubungsmittel verbraucht. Fichtenholz wird in der Regel zweimal, Kiefernholz dagegen einmal bestäubt. Die Behandlung sollte vor dem Schwärmen der Borkenkäfer stattfinden. Zur Ermittlung der Ergebnisse werden auf der Rindenfläche 20 × 50 cm große Probeflächen auf den Befall von Borkenkäfern, Rüsselkäfern und Bockkäfern untersucht. Die Befallsstärke wird in 5 Stufen (0–4) eingeteilt.

Die besten Erfolge werden mit 25% Hexachlor erzielt, doch genügt auch eine zweimalige Bestäubung mit 12% Hexachlor, um das Holz in der ersten Sommerhälfte gegen Schädlingsangriff wirksam zu schützen. Ungenügende Resultate erhält man bei zu spät durchgeführter Bestäubung oder bei Verwendung von Giften, die längere Zeit in schlechter Verpackung lagerten. Ob das im Frühjahr behandelte Holz auch in der zweiten Hälfte des Sommers noch wirksam geschützt ist, konnte nicht bewiesen werden, da das Holz in der Regel zu dieser Zeit aus dem Walde transportiert worden war.

Moravskaja, A. S.: *Widerstandskraft der früh- und spätaustreibenden Eichen gegen Insektenangriff*. VIII/55.

Auf der Eiche kommen mehr als 500 Insektenarten, darunter eine Anzahl gefährlicher Großschädlinge, vor. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Insektenarten und der einen und anderen Eichenrasse, sowie das Verhältnis der vorkommenden Schädlingsarten und deren Anpassungsvermögen sind sehr wichtige, doch leider noch wenig geklärte Fragen. Untersuchungen in dieser Richtung wurden in den Jahren 1953–1954 in dem Tellermarkschen Waldmassiv im Gebiet von Balaschov begonnen. Zu diesem Zwecke wurden Probebäume der in Frage kommenden Eichenrassen in verschiedenen Lagen gewählt und auf diesen eine qualitative und quantitative Ermittlung der Schädlingspopulation vom Frühjahr bis zum späten Herbst durchgeführt. Hierbei hat sich erwiesen, daß das Artenverhältnis für beide Eichenrassen ziemlich gleich ist, dagegen aber nicht die Populationsdichte. So z. B. wurde festgestellt, daß bei der frühaustreibenden Eiche die Anzahl Raupen pro Baum 3,7 mal größer ist als bei der spätaustreibenden. Der größte Anteil der Raupen gehörte zu den früherscheinenden Arten, d. h. solche die als Ei überwintern und im zeitigen Frühjahr schlüpfen und auch früher als die anderen Arten den Fraß beenden. Zu diesen gehören der Frostspanner, die Ulmeneule *Calymnia* und einige Blattwickler. Außerdem zeigte es sich, daß auf den frühaustreibenden Eichen verschiedene Miniermottenarten, z. B. *Acrocercops bronyniordellum* und *Lithocolletis quercifoliella* zahlreicher vorkommen als auf den spätaustreibenden Eichen, auf denen wiederum die Gallenerzeuger reichlicher auftreten. Der Unterschied in dem zahlenmäßigen Auftreten der Schädlinge auf den verschiedenen Eichenrassen hängt hauptsächlich von den Lebensbedingungen der in Frage kommenden Schädlinge ab. Die Mehrzahl der Schädlinge schlüpft bei Eintritt der ersten Frühlingswärme und beim Austreiben der Bäume. In dieser Hinsicht besteht ein großer Unterschied zwischen den beiden erwähnten Eichenrassen, da bei der späteren Rasse das Laub 20–30 Tage später ausschlägt als bei den frühaustreibenden Eichen. Die Raupen entwickeln sich im April–Mai. Die Anzahl Raupen per 1000 Blätter beider Eichenrassen war bei den bis zum 1. Juni entnommenen Proben auf höheren Lagen 8mal und auf der Ebene bis 22mal größer als auf den Proben, die nach

dem 1. Juni eingesammelt worden waren. Im Vergleich zu den spätaustreibenden Eichen war die Raupenpopulation auf den frühaustreibenden Eichen im Mai 4- resp. 9mal größer. Da auf den frühaustreibenden Eichen die Mehrzahl der Schädlinge Lepidopteren sind, wurde versucht festzustellen, ob die Schädlinge auf diesen schon vorhanden sind, d. h. also als Ei überwintern, oder erst als Raupen hinüberwandern. Zu diesem Zwecke wurden im Herbst an einer Anzahl Bäume Leimringe angelegt und täglich vom 1. Oktober bis zum 14. November untersucht. Hierbei wurden die heraufkriechenden Weibchen und die fliegenden, am Leim festsitzenden Männchen des Frostspanners festgestellt. Die Untersuchungen bewiesen, daß die Falter bei der Eiablage keine Wahl zwischen den beiden Eichenrassen treffen, um die der Verpuppungsstelle am nächsten gelegenen Bäume aufzusuchen. Wenn die Bäume beider Arten dicht stehen, verteilt sich die Schädlingspopulation ziemlich gleichmäßig. Anders ist es der Fall, wenn die eine Art 15–50 Meter von der anderen entfernt steht. Hier setzt sich die Schädlingspopulation der spätaustreibenden Eichen nur aus der Raupenanzahl zusammen, die sich im Bereiche der Krone verpuppte. In solchen Fällen ist beim Frostspanner die Population bei der spätaustreibenden Eiche durchschnittlich 8mal geringer als bei der frühen Rasse.

Auf beiden Eichenrassen schlüpfen die Raupen zu gleicher Zeit. Da aber das Laub bei der einen Rasse 20–30 Tage später austreibt, werden die geschlüpften Räupchen dem Hunger ausgesetzt und gehen ein.

Es wurde beobachtet, daß eine Massenvermehrung von Frostspanner und anderen früherscheinenden Schädlingen nur in Beständen mit einer Mehrzahl von frühaustreibenden Eichen vorkommt. Es wird deswegen empfohlen, die spätaustreibenden Eichen bei Anlegungen von Eichenbeständen zu bevorzugen.

Padij, N. N.: *Eine Massenvermehrung des Weißbuchenprachtkäfers in den Wäldern der Ukrainischen SSR und dessen Bekämpfung.* IX/43.

Der Prachtkäfer *Agrilus olivicolor* Kiesw. hat in der letzten Zeit in mehreren Forstämtern in den Gebieten von Winniza und Chmjelnizkij umfangreiche Verheerungen verursacht, die zum Absterben mehrerer Hundert ha Weißbuchenbestände führten. Der Käfer erscheint Ende Mai bis Juni. Die Eier werden auf der Rinde abgelegt. Die Larvengänge sind bis 50 cm lang, sehr geschwungen, flach und mit bräunlichem Bohrmehl gefüllt. Die Gänge greifen nicht in den Splint ein. Im Herbst nagen die Larven Verpuppungskammern, die 1 cm tief im Holz liegen. Die Eingangslöcher sind flach und mit Bohrmehl verstopft. Die Überwinterung geschieht im Larvenstadium, die Verpuppung im Mai. Das Flugloch liegt gegenüber dem Eingangsloch am anderen Ende der Verpuppungskammer und hat die Form eines 1,5–2 mm großen Halbkreises. Der Schädling befällt Bäume, die durch exponierte Lage geschwächt sind und Wassersprossen bilden. Bäume mit mechanischen Beschädigungen werden in der unmittelbaren Nähe der entstandenen Wunden befallen. Andere sekundäre Schädlinge, wie Borkenkäfer und Cerambyciden befallen geschwächte Bäume erst nachdem diese von den Prachtkäfern angegriffen worden sind. Der Schädling kommt auf der Weißbuche und auch auf Feldahorn vor. Untersuchungen haben bewiesen, daß der Prachtkäfer vor allem durch Dürre geschwächte und schlecht bewirtschaftete Bestände angreift.

Zur Bekämpfung des Schädlings werden „Sanitätshiebe" empfohlen, d. h. alle geschwächten unterdrückten Bäume müssen regelmäßig und rechtzeitig aus dem Walde entfernt werden.

Troschanin, P. G.: *Forsteinrichtung und Forstschutzfragen.* X/44.

Bei Forsteinrichtungen müssen die in Frage kommenden Bestände auch vom Forstschutz genau untersucht werden. Dadurch können Insektenmassenvermehrungen rechtzeitig entdeckt und lokalisiert, sowie Folgen früherer Verheerungen durch entsprechende Maßnahmen vermindert oder beseitigt werden. Verfasser stützt sich auf eigene Erfahrungen sowie auf mehrere Beispiele aus der früheren Forstpraxis, als die Forsteinrichter gleichzeitig mit der Durchführung von Ertragsregelungsarbeiten auch einen Bericht über den Gesundheitszustand der Bestände erstatteten. Bei der Durchführung von „Sanitätshieben" muß der Umfang des Einschlags von kranken und beschädigten Bäumen festgestellt werden, damit die gelittenen Bestände nicht zu sehr gelichtet werden. Besondere Aufmerksamkeit bei Forsteinrichtungsarbeiten und Planierung von Hieben fordern die durch den Maikäfer bedrohten Waldgebiete. Das gleiche gilt auch für mißlungene Kulturen, deren Ursachen genau festgestellt werden müssen. Bei Forsteinrichtungen soll auch auf den Gesundheitszustand von Samenbäumen Rücksicht genommen und Anweisungen gegeben werden, welche Bestände für Samen- und Zapfenernten geeignet sind.

Stopkanj, V. B.: *Verbesserung des Wachstums von Kieferndickungen nach Bekämpfung der Rindenwanze*[3] *mit chemischen Mitteln.* X/48.

In der Ukraine werden Kieferndickungen auf mageren Sandböden von der Rindenwanze angegriffen und derartig geschwächt, daß die Kiefern absterben. Durch Bestäubung und Bespritzung der verseuchten Dickungen mit DDT und Hexachlor wird eine fast 100%ige Mortalität erreicht, wobei die Bestände verbesserten Zuwachs und gesundes Aussehen erhalten. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die Wanze nach einem Jahr wieder allmählich in die behandelten Bestände einwandert. Angestellte Untersuchungen zeigten, daß in einer behandelten Dickung, die einer unbehandelten Kontrollfläche angrenzte, die ersten Baumreihen durchschnittlich mit 19 Wanzen pro 1 dcm Rindenfläche besiedelt wurden, die zweite Baumreihe mit 8,6, die dritte und vierte nur mit 1,3 und 0,3 Wanzen. Ein vollkommener Bekämpfungserfolg ist nur dann zu erwarten, wenn die ganze in Frage kommende Fläche behandelt wird.

Zraževskaja, O., Kamjanoj, L., Močalov, S.: *Erfahrungen bei der Verwendung von DDT mit Dieselöl zur Bekämpfung von Forstschädlingen.* X/73.

Im Distrikt von Kijev wurden im Jahre 1954 Großbekämpfungen vom Flugzeug aus gegen den Eichenwickler und den Kiefernspinner durchgeführt. Als Bekämpfungsmittel hat man 5% DDT mit Dieselöl verwendet, wobei die

[3] *Aradus cino momeus.* Ref.

Dosierung auf 20–40 Liter pro ha festgestellt wurde. Die Bespritzung der vom Kiefernspinner angegriffenen Bestände erfolgte zur Zeit des Schlüpfens der Raupen. Die Mortalität betrug 92%.

Die Bekämpfung des Eichenwicklers erfolgte mit 5 und 10% DDT, und der Verbrauch der Dieselöllösung betrug 20 Liter pro ha. Bei 5% DDT ergab sich eine Mortalität von 99,3%, bei 10% DDT von 99,5%. Das Laub zeigte keinen Schaden, mit Ausnahme der Birke, bei der die Blätter rostfarbige Flecken erhielten. Die Kontrolle wurde auf Probeflächen durchgeführt. Zum Vergleich wurden zu gleicher Zeit in einigen Revieren Bestäubungen mit 5% DDT und 12,5% HCH vorgenommen. Bei günstiger Wetterlage ergab sich eine Mortalität von 91–98%. In einem der Reviere, in dem es unmittelbar nach der Bestäubung zu regnen begonnen hatte, konnte kein Absterben der Raupen festgestellt werden. Im September 1955 wurden einige Herde der zweiten Generation der Kiefernbuschhornblattwespe mit 5% DDT mit Dieselöl behandelt. Der Erfolg ergab 99,6%ige Mortalität bei 20 Liter Öl pro ha.

Zagajkevitsch, I. K., Jefimov, G. A.: *Der Holzbohrer, ein Schädling der Buche in den Karpaten.* XI/44.

Im Karpatengebirge ist der Holzbohrer *Elateroides dermestoides* L. eine häufige Erscheinung und kommt in gemischten und reinen Buchenbeständen vor, in denen er bis über 1000 m. ü. M. noch zahlreich anzutreffen ist.

Der Käfer erscheint je nach der Höhe von April bis Juni. Die Flugzeit ist sehr kurz und dauert nicht mehr als 5–7 Tage. Zur Eiablage werden am Boden liegende, starke Stämme oder geschwächte stehende Bäume angegriffen. Man findet auch zahlreiche Einbohrlöcher an der Basis von Stubbenwurzeln. Äste und dünne Stämme werden vermieden. Das Weibchen legt 130 Eier ab. Das Eistadium dauert 8–10 Tage. Die Larvengänge sind von zwei verschiedenen Arten. Einige Gänge führen lotrecht ins Holz, die anderen verlaufen oberflächlich rund um den Stamm. In beiden Fällen werden die Gänge vom Bohrmehl gereinigt. An den Wänden der Gänge wachsen Myzelien von *Endomycetes hylecoeti* Neger. Die Sporen des Pilzes werden durch die Weibchen übertragen. Der Bohrer überwintert im Larvenstadium. Verpuppung geschieht im zeitigen Frühjahr. Die Generation ist eine einjährige.

Das feuchte Klima der Karpatenregion ist für die Massenvermehrung des Schädlings äußerst günstig. Bei stehenden Bäumen wird vor allem der unterste Teil des Stammes angegriffen. Am häufigsten werden durch *Fomes fomentarius* und *Fomes ignarius* erkrankte Bäume befallen. Als Vorbeugungsmaßnahme wird das rechtzeitige Wegschaffen von kränkelnden Bäumen empfohlen. Zur direkten Bekämpfung kann eine Bespritzung der Stubben mit DDT mit Dieselöl angewandt werden.

Umnov, U. P.: *Der japanische Borkenkäfer Xylosandrus germanus* Bland. – *ein gefährlicher Forstschädling.* XI/46.

Wiedergabe von Berichten über ein plötzliches Auftreten des Schädlings im Jahre 1952 in Westdeutschland zuerst im Gebiete von Darmstadt, in den

nachfolgenden Jahren auch an zahlreichen anderen Orten, wie im Rheintal und im Schwarzwald. Verschleppung des Schädlings von Ostasien nach USA und dessen Ausbreitung im Laufe von 10 Jahren auf weitere Gebiete der Vereinigten Staaten. Schilderung der Lebensweise des Schädlings und Warnung an die Forstbeamten der UdSSR um sofortige Meldung des Auftretens an das Centrallaboratorium der Pflanzenkarantäne.

Schapiro, V. A., Kamenkova, K. V.: *Zum Schutz der Parasiten bei der Bekämpfung des Schwammspinners mit chemischen Mitteln.* XII/43.
(Aus dem Pflanzenschutzinstitut der UdSSR)

Die in der Steppe zum Schutze von Feldern angebauten Waldstreifen werden öfters durch Massenvermehrungen des Schwammspinners, des Eichenblattwicklers und anderer Laubholzschädlinge heimgesucht. Eine erfolgreiche Bekämpfung wird durch Bestäubung der angegriffenen Bestände mit 5,5 % DDT bei Dosierung 10–15 kg/ha durchgeführt. Da durch diese Maßnahmen auch ein großer Teil der Parasiten und anderer nützlicher Insekten zugrunde geht, wird auf Grund durchgeführter Untersuchungen vorgeschlagen, die Bekämpfungsaktion dann durchzuführen, wenn sich die Raupen des Schwammspinners noch im ersten oder zweiten Stadium befinden. Zu dieser Zeit befindet sich die größte Anzahl der Parasiten und Raubinsekten noch in der Winterruhe. Die Bestäubung muß in kürzester Zeit durchgeführt werden, und da die Raupen der ersten beiden Stadien äußerst giftempfindlich sind, genügt eine einmalige, frühzeitige Bestäubung vollkommen, um die Population des Schädlings zufriedenstellend abzutöten. Kontrollen zeigten, daß schon am anderen Tag nach der Bestäubung mindestens 34 % und nach 4 Tagen die gesamte Raupenpopulation getötet werden. Bei Untersuchungen im Jahre 1954 wurden im Waldschutzgebiet „Kamennaja Stjepj" folgende Parasiten und Feinde des Schwammspinners festgestellt: Schlupfwespen, *Apanteles solitarius* Ratz., *Ap. liparidis* Bocke, *Meteorus versicolor* Wesm. *Phobocampe pulchella* Thoms., *Casinaria fenniventris* Grav.; Tachinen, *Phorocera silvestris* R.-D., *Sturmia scutella* R.-D., *Carcelia lucorum;* Raubinsekten, *Calosoma sycophanta* L. und *Xylodrepa quadripunctata* Sch.

Durch weitere Beobachtungen wurde festgestellt, daß sich die Parasiten auf den nicht behandelten Waldstreifen ansammelten und dort bald überhand nehmen konnten. So z. B. wurden im Jahre 1953 auf nicht bestäubten Waldstreifen 13–17 Eiablagen pro 100 Bäume gezählt, während ein Jahr nach der Bekämpfung auf denselben, nicht behandelten Streifen nur 0,8 Eiablagen pro 100 Bäume festgestellt werden konnten. Durch DDT allein wurde die Anzahl der Eiablagen im Vergleich zum vorherigen Jahr bis auf 52,7–93,3 % herabgesetzt.

Berdaschkevitsch, I. S., Nekrasova, N. A.: *Neue Holzarten im Kalinischen Forstamt.* XII/64

Kurze Angabe über erfolgreiche Bekämpfung der Lärchenblattwespe[4] mit HCH-Nebelpatronen, nachdem wiederholte Versuche durch Bestäubung mit DDT und anderen Giftmitteln keine Erfolge hatten.

[4] Kein lateinischer Artname angegeben. Ref.

Kolomijez, N. G. und Krilov, G. V.: *Einwirkung von Überschwemmungen auf den Verlauf von Gradationen des sibirischen Spinners*[5]. XII/45. (Aus der westsibirischen Filiale der Akademie der Wissenschaften der UdSSR)

Auf Grund bisheriger Literaturangaben über die Ausbreitung von *Dendrolimus sibiricus* dürfte man annehmen, daß umfangreiche Massenvermehrungen des Schädlings in Sibirien nur auf dem Hochlande vorkommen können, während die Nadelholzwälder des westsibirischen Flachlandes von Gradationen verschont bleiben. Dieser Auffassung widersprechen jedoch zahlreiche Meldungen und Beobachtungen des Forstdienstpersonales über Verheerungen des Spinners in westsibirischen Tannenwäldern. Besonders umfangreiche Massenvermehrungen des Schädlings fanden in der letzten Zeit im ausgedehnten Waldmassiv im Bereiche des Unterlaufes einer Reihe westsibirischer Flüsse statt. Zu gleicher Zeit wurden Gradationen des Spinners auch im westlichen Altajgebirge beobachtet.

Massenvermehrungen des Schädlings hängen vom Wasserstand zahlreicher, das Flachland durchquerender Flüsse ab und sind am umfangreichsten nach „trockenen" Jahren, wenn alle, normalerweise im Frühjahr und Sommer überschwemmten Waldflächen, vom Wasser verschont bleiben. An erster Stelle werden in Westsibirien Tannenbestände *(Abies sibirica)* und an zweiter Stelle Ceder und auch Lärchen- und Kiefernbestände von *Dendrolimus sibiricus* befallen. Weiterhin werden Anweisungen zur Überwachung bedrohter Waldareale gegeben.

[5] *Dendrolimus sibiricus.* Ref.

KLEINE MITTEILUNGEN

# Neue Ergebnisse der Reblaus-Forschung

Von H. Oldiges

Aus Bd. 1, Heft 3 der *Vitis* – Berichte über Rebenforschung, 1957.

Anders, F.: **Über die gallenerregenden Agenzien der Reblaus** (*Viteus [Phylloxera] vitifolii* Shimer). S. 121–124.

In den letzten Jahren wurde das Problem der Reblaus-Cecidogenese unter besonderer Berücksichtigung der gallenerregenden Stoffe mehrfach bearbeitet. Dem Autor gelang es nun während mehrjähriger Untersuchungen, die reine gallenerregende Substanz der Reblaus dem Experiment zugänglich zu machen. Hierbei handelt es sich um ein Ausscheidungsprodukt – ein Gemisch von Aminosäuren – der Reblaus, das aus dem Stechborstenbündel austritt. Nach den vorliegenden Befunden ist unwahrscheinlich, daß es sich um ein Sekret der Speicheldrüse handelt. Die gefundenen Aminosäuren sind keine Drüsensekrete, sondern Spaltprodukte pflanzlicher Proteine, die für den Stoffwechsel der Reblaus unverwertbar sind. Diese werden vermutlich als Exkrete durch das Speichelrohr in die Pflanze gebracht. Wie die Exkrete, so lösen auch die Eigelege der Reblaus Anschwellungen an den Wurzelspitzen aus. Hier dürften die gleichen Aminosäuren zugrunde liegen.

Hofmann, E. L.: **Die Histologie der Nodositäten verschiedener Rebensorten bei Reblausbefall.** S. 125–141.

Histologischen Untersuchungen an Wurzelgallen gilt dieser Beitrag. Beim Einstich dringen die Saugborsten der Reblaus durch eine oder zwischen zwei Endodermiszellen in das parenchymatische Gewebe ein. Die Laus saugt inter- oder intrazellulär. An der Einstichstelle bleiben die Zellen in ihrem Wachstum zurück, die Anzahl ihrer Stärkekörner nimmt ab. Die Zellkerne vergrößern sich, wie dies auch von anderen Aphidengallen her bekannt ist. Infolge Streckung und Vermehrung der der Einstichstelle benachbarten Zellen kommt es zur Vorwölbung des Gewebes. Das abnorme Wachstum wird teils durch Wundhormone ausgelöst, die von den geschädigten bzw. abgestorbenen Zellen abgegeben werden. Wurzelteile mit fertig ausgebildetem Gewebe vermögen Wachstumsänderungen mit der primären Rinde abzustoßen. Die Auswirkungen eines Einstiches in das Wurzelgewebe sind um so geringer, je weiter die Stichstelle von der Wurzelspitze entfernt ist. Beim Vergleich verschiedener Rebensorten ließ sich feststellen, daß raschwüchsige Pflanzen einen Reblausbefall besser vertragen. Hier werden die einzelnen Pflanzenteile reichlicher mit Nährstoffen versorgt und mehr Wurzeln können trotz Ausbildung von Wurzelgallen ihr Längenwachstum fortsetzen.

Anders, F.: **Neuere Auffassungen über die Reblaus-Resistenz.** S. 142–152.

Die Gallenbildung nach Reblausbefall ist von der Mitosehäufigkeit der angestochenen Gewebe abhängig. In üppiger Teilung befindliches Gewebe läßt normale Gallen entstehen, andernfalls kommt es zur Bildung von Kümmergallen. Letztere sterben fast immer in einem frühen Entwicklungsstadium ab. Die guten Gallenbildner werden gewöhnlich als negativ, die schlechten als positiv bewertet. Diese Ansicht unterzieht der Autor in seinen Studien einer kritischen Überprüfung. Er weist darauf hin, daß die negative Bewertung der Wildrebe nearktischer Herkunft nicht richtig sei, da diese bei stärkstem Blattbefall keine Wachstumsschädigung zeigt. Die früh absterbenden Gallen der Europäer-Reben, (ihre Reblausanfälligkeit ist infolge des frühen Absterbens gering) erfahren eine tiefgehende Schädigung durch sekundäre Fäulnisvorgänge an nicht befallenen Wurzelteilen. Gute Gallbildner, wie die Amerikaner-Reben und Neuzuchten, weisen bei Befall keine Wachstumstagnierung oder Fäulniserscheinungen auf. Ihre ausgeprägte Reblaustoleranz ist somit positiv zu bewerten. Für die Resistenzzüchtung ergeben sich nach seinen Befunden neue Gesichtspunkte. Der eine Weg führt über die Züchtung einer Sorte mit vollkommener

Immunität, der andere zur weitgehenden Toleranz gegenüber Reblausbefall. Die erste Möglichkeit ist bisher allein bei *Vitis cinerea* Arnold gegeben. Jedoch ist zu befürchten, daß die geringe Mitosehäufigkeit dieser Sorte – sie bedingt den hohen Resistenzgrad – eine schlechte Bewurzelung nach sich zieht. Auf weite Sicht scheint der zweite Weg vielversprechender zu sein: Solche Kultursorten zu schaffen, die eine kräftige Gallenbildung zeigen. Sie zeichnen sich nach den bisherigen Erfahrungen durch hohe Resistenz und keine merkliche Beeinträchtigung ihrer Leistungen aus. Derartige Reben schreiten im Herbst zur sogenannten Selbstreinigung, bei der geflügelte Formen in beträchtlicher Anzahl ins Freie gelangen und unter den Temperaturverhältnissen Mitteleuropas zugrunde gehen.

## Prof. Dr. Wille zum Gedächtnis

Geschichtliche und wirtschaftliche Ereignisse haben den Lebensweg von Johannes Gustav Eduard Wille mehrfach durchkreuzt. Wille wurde am 5. Mai 1892 in Gera (Thüringen) als einziges Kind der Eltern geboren. Der Vater war Lehrer in seiner Heimatstadt, welche damals die Hauptstadt des Fürstentums Reuß jüngerer Linie war. Nach Absolvierung des Geraer Gymnasiums, Ostern 1910, begann er sein Studium Naturwissenschaften in Marburg (vier Semester) mit den Fächern Zoologie, Botanik, Mathematik, Physik und nebenher Geographie. Die ersten zoologischen Lehrer waren Korschelt und Harms. Sommersemester 1912 ging Wille nach Jena und hörte bei Plate (Ordinarius), Meisenheimer und Hase Zoologie, bei Stahl Botanik und bei Wien Physik. Das Thema der Doktorarbeit hatte Meisenheimer gestellt: „Anatomischer Bau der Lungenschnecke *Stenogyra decollata*" (Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft Bd. 53, 1915, S. 717–804 u. 2 Taf.). Am 23. Februar 1914 bestand Wille die Doktorprüfung mit dem Prädikat „magna cum laude". Meisenheimer schrieb unter das Protokoll: „In allen berührten Gebieten zeigte der Kandidat vorzügliches positives Wissen und klares, allgemeines Verständnis. Das Ergebnis der Prüfung ist daher mit sehr gut zu bezeichnen[1]."

Mit Wille war ich beruflich und persönlich seit 1912 in enger Verbindung, da er nach dem Doktorexamen Hilfsassistent bei Plate und Meisenheimer war. Die freiwillige Tätigkeit hatte zur Folge, daß er beschloß Zoologe zu werden.

Am 1. August 1914 begann der erste Weltkrieg, und alle Pläne waren hinfällig. Wille hatte das Staatsexamen noch absolvieren können, und dann

[1] Diese Mitteilungen sind wörtlich dem Jenaischen Universitätsarchiv Sig. M. 549 entnommen.

wurde er zum Militär einberufen. Im letzten Kriegsjahre war er Regiments-Adjutant. Wegen einer schweren Nierenverletzung schied er 1918 aus dem Kriegsdienst aus und war stellenlos.

Infolge der Revolution 1918 (Bahn- und Postverbindung waren eingestellt) konnte ich Wille erst im März 1919 aufsuchen. Er war wieder arbeitsfähig und nahm sehr gern das Angebot an, gegen Besoldung bei der Abteilung für pharmakologische Zoologie Mitarbeiter zu werden, welche im Januar 1919 in Berlin-Dahlem von Prof. F. Haber gegründet worden war und alle Fragen der modernisierten Schädlingsbekämpfung mittels hochgiftigen Gasen und staubförmigen Präparaten bearbeitete. Ich gehörte auch zum Personal dieser Abteilung.

Aus politischen Gründen mußte die genannte Abteilung in dem Kaiser-Wilhelm-Institut im Mai 1920 aufgelöst werden. Wille wurde als „wissenschaftlicher Angestellter" in der Biologischen Reichsanstalt, Berlin-Dahlem, in den Amtsakten registriert und im Laboratorium für physiologische Zoologie als Assistent beschäftigt.

Wille verließ im Januar 1921 Deutschland, er wurde als Dozent in der Stellung eines Staatsentomologen an die Technische Hochschule in Porto Alegre (Rio Grande do Sul, Brasilien) berufen. – Nach 6jähriger, erfolgreicher Tätigkeit in Porto Alegre – den Vertrag wollte die Hochschule verlängern – kehrte Wille im Januar 1927 nach Deutschland zurück, im Interesse seiner Familie. – Am 1. April 1927 wurde er wieder „wissenschaftlicher Angestellter" der Biologischen Reichsanstalt und in der Zweigstelle Aschersleben als Mitarbeiter beschäftigt. Die feste Zusage, betreffend eine Beförderung nach zweijähriger Tätigkeit, wurde nicht verwirklicht, und Wille verließ daher die Reichsanstalt.

Von Juli 1929 an trat Wille in den Dienst der Republik Peru als „Jefe de la Division de Sanidad Vegetal de la Estacion Experimental Agricola de La Molina" bei Lima. Wille hatte damit die Aufgabe *„Modernisierung der Bekämpfung landwirtschaftlicher Schädlinge"* übernommen.

Unterm 4. März 1957 schrieb mir Wille: „Nun willst Du einige Angaben über meine Tätigkeit haben, ich will es versuchen: August 1929 begann ich mit einem Assistenten in einem Zimmer, heute habe ich zehn Assistenten und 2 Sekretärinnen und seit 1954 ein neues Institutsgebäude mit fünf großen Laboratorien und fünf Verwaltungsräumen. Am Anfang war die Haupttätigkeit registrierend, d. h. systematisch und qualitativ festzustellen, welche Schadinsekten etc. vorhanden waren; seit 12 Jahren wird mehr quantitativ gearbeitet, d. h. die Zahl der Schädlinge, ihr wirtschaftlicher Schaden und Bedeutung betont (Qualitative und quantitative angewandte Entomologie).

1933 wurde ich zum Professor für Entomologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule von Lima ernannt (‚Catedratico de la Escuela Nacional de Agricultura'). Mein anderer Posten ist völlig getrennt von der Lehrtätigkeit. Die Professur wurde später erweitert mit der Vorlesung über Zoologia Agricola, über Baumwollinsekten und einem Kurs für ‚Postgraduados[2]' über Spezielle Entomologie. Diese Lehrtätigkeit war sehr fruchtbar, denn so gingen ca. 50 junge Diplomlandwirte ins Land hinaus, die nach ein oder zwei Jahren Spezialstudium in Entomologie jetzt in allen Teilen Perus wertvolle Hilfe in entomologischen Fragen leisten.

[2] „Postgraduados" = Benennung von Personen, die nach fachlicher Allgemeinbildung noch ein oder meist zwei Jahre in Entomologie unterrichtet wurden.

Zur Zeit ist der entomologische Dienst so organisiert, daß das Zentrum in La Molina liegt, in den einzelnen Provinzen sitzen Assistenten, die das übliche Landläufige selbständig erledigen, immer durch Inspektionsreisen des La Molina Personals revidiert werden und in neuen Fragen sich von La Molina Rat holen. Das ist der offizielle entomologische Dienst der Regierung (des Minsterio de Agricultura). Daneben arbeitet Hand in Hand ein entomologischer Dienst der Sociedad Nacional Agraria (Peruanische Landwirtschaftsgesellschaft), die noch ca. 20 eigene Diplomlandwirte mit spezieller entomologischer Schulung hat. Zu betonen ist, daß alle diese jungen Entomologen meine Schüler in der Escuela Nacional waren. Durch die Verteilung erfährt die Zentrale schnellstens alles Wichtige in Entomologie und kann auch selbst überall Versuche und Beobachtungen anstellen. – Seit 1955 habe ich mich als Catedratico pensionieren lassen, da die Lehrtätigkeit mir zuviel Zeit von der Experimentaltätigkeit wegnahm. – 1929 lag das Hauptgewicht auf Baumwolle und Zuckerrohr, die späteren Studien erstreckten sich dann auf die Kulturpflanzen im allgemeinen: Getreide, Kartoffel, Gemüse, Fruchtbäume, besonders Citrus, tropische Kulturen, z. B. Coca, Barbasco, Kaffee, Kakao.

Für die entomologischen Arbeiten im allgemeinen in Peru ist charakteristisch, daß wir die Biologischen Bekämpfungsmethoden in den Vordergrund stellen und sie über die Insektizide stellen. Gerade wegen der außerordentlich reichen, einheimischen Fauna von Nutzinsekten ist es in den letzten drei Jahren möglich gewesen im Baumwollbau Millionenwerte an Insektiziden einzusparen und doch sehr gute Baumwollernten zu erzielen. So, daß ist alles, was ich Dir im Augenblick schreiben will. Wenn Du noch Besonderes wissen willst, schreib bald."

Aus diesen Mitteilungen geht hervor, daß Wille eine gründliche Schulung der jungen Landwirte auf dem Gebiete angewandte Entomologie vor der Praxis für nötig hielt, gemäß dem Grundsatz: „Es gibt nichts Praktischeres als eine solide Theorie."

In Peru wird der 3. Sonntag im Mai stets als „Dia de Agricola" gefeiert durch landwirtschaftliche Ausstellungen und durch Verleihungen von Preisen und Orden. Willes 25jähriges Dienstjubiläum war schon 1954 offiziell gefeiert worden durch Überreichung einer besonderen Silberplakette und eines Silbertellers. Im Mai 1957 wurde Willes jahrzehntelange, erfolgreiche Tätigkeit gebührend anerkannt, durch einen Staatsakt. Der Staatspräsident überreichte ihm den Orden „Merito Agricola", die höchste Klasse „Comendador". Im Juli und August 1957 wurde Willes 30jähriges Dienstjubiläum von seinen Mitarbeitern, der Stadt Lima und vom Staat Peru groß gefeiert. Von der Stadt erhielt er eine Goldmedaille und vom Staat Peru noch einen Orden.

Die vielseitigen Ehrungen sind ein Beweis, daß Wille nicht nur als Forscher und Lehrer in Peru geachtet und beliebt war . . . Er hatte es verstanden, sich dortigen Gebräuchen rasch anzupassen (sowie auch in Porto Alegre), so daß er den peruanischen Kollegen nicht als Fremder entgegentrat. Die Überwindung von Schwierigkeiten wurden dadurch wesentlich erleichtert. An der Gründung der Sociedad Entomologica Agricola del Peru (Fundata el 30 de Junio 1956) war er maßgeblich beteiligt. Er wurde zum „Presidente Honerario Vitalicio" ernannt, was in den dortigen Fachzeitschriften von seinen Mitarbeitern betont wurde, anläßlich der 30jährigen Dienstzeit.

Wille, als Chefentomologe, war zweimal der Vertreter von Peru auf Internationalen Entomologen-Kongressen, 1938 in Berlin und 1956 in Montreal (Kanada), und er vertrat Peru auch auf dem „Congress Interamericano de Fitotecnia in Santiago de Chile 1958". – Man hatte Wille gebeten auch nach seiner 30jährigen Dienstzeit noch einige Zeit im Amt zu bleiben, was er auch gern tat.

Leider war seine Gesundheit bereits bedroht. Im November 1953 erkrankte er (infolge der Kriegsverletzung: Zerstörung einer Niere) an einer schweren Phlebitis. Durch eine Venenoperation im Januar 1954 wurde er wieder dienstfähig, und er fühlte sich gesund, aber 1956 teilte er mit, vieles Laufen strenge ihn an, da er sehr dick geworden war. Im September 1958 erneute Erkrankung, wieder Venenentzündung, die nochmals beseitigt wurde, so daß er wieder reisen konnte.

Willes letzter Brief vom 23. August 1959 enthält drei Mitteilungen: 1. Die letzten Korrekturen seines Buches „Entomologia Agricola del Peru" III, Aufl. sind 1959 im Mai erledigt worden, und er erwartet die Erscheinung im gleichen Jahr. – 2. Die Hochflut der Gratulationen ist vorbei. – 3. Eine neue, schwere Herzerkrankung, da er viel zu dick war.

Am 16. Oktober 1959 ist mein Freund Johannes Wille in der Britisch-Amerikanischen Klinik verschieden. Als ein Herzkrampf beseitigt war, versagte die noch vorhandene Niere, welche von der Kriegsverletzung verschont geblieben war. An seinem Sterbebett standen Gemahlin und zwei Söhne, welche ihm nach Peru gefolgt waren. – „Ehre seinem Andenken."

## Nachtrag

Im Boltin de la Sociedad Entomologica Agricola del Peru, Vol. I, Nr. 1, Peru, Abril 1959, S. 17 wird angegeben: Von Wille liegen 235 wissenschaftliche Arbeiten vor, die in vier verschiedenen Sprachen (Deutsch, Spanisch, Portugiesisch, Englisch) geschrieben sind. Die Aufnahme ist am 28. April 1934 gemacht worden.

Albrecht Hase

## Prof. Dr. Arnold Freiherrn von Vietinghoff-Riesch zum 65. Geburtstage

Am 14. August vollendet Prof. Dr. Arnold Freiherr von Vietinghoff-Riesch, Ordinarius für Forstgeschichte und Forstschutz an der Georg-August-Universität zu Göttingen und derzeitiger Dekan ihrer Forstlichen Fakultät, das 65. Lebensjahr.

Auf dem Familienbesitz Neschwitz in der sächsischen Oberlausitz geboren und aufgewachsen, absolviert Frhr. v. Vietinghoff das humanistische Gymnasium in Dresden, wo er 1914 das Abitur ablegt. Noch im gleichen Jahre führt ihn eine ausgedehnte Reise zu Verwandten in das Baltikum, wo ihn der Ausbruch des ersten Weltkrieges überrascht und in eine dreijährige russische Internierung verschlägt. Nach vergeblichem Versuch gelingt 1917 schließlich die Flucht. Bis 1919 nimmt er am Kriege und an den Nachkriegskämpfen teil, darauf beginnt er das Studium der Forstwissenschaften in Tharandt, das in München fortgesetzt wird. Hier promoviert er 1923 bei Escherich mit einer Arbeit über das Verhalten der paläarktischen Vögel gegenüber forstschädlichen Insekten. Nach Neschwitz zurückgekehrt übernimmt er, zunächst als Generalbevollmächtigter, später als Alleinbesitzer den väterlichen Besitz, wo er die ausgedehnten Kiefernwaldungen nach neuen Grundsätzen in Waldaufbau und Waldnutzung bewirtschaftet und im Verlauf von zwei Jahrzehnten ein Beispiel musterhafter Kieferwirtschaft schafft.

Gleichzeitig aber führt er seine wissenschaftlichen Arbeiten weiter. 1926 legt er die forstliche Große Staatsprüfung ab und habilitiert sich, inzwischen zum Forstmeister ernannt, im Jahre 1934 in Tharandt an der Forstlichen Abteilung der Technischen Hochschule Dresden, wo er bis zum Ausbruch des Krieges Vorlesungen hält. Der Rahmen seiner wissenschaftlichen Arbeiten ist weit gespannt, doch Fragen der forstlichen Biologie, der Landschaftsgestaltung, des Naturschutzes, der Forstentomologie und der Ornithologie stehen im Vordergrund. Besondere Förderung erfahren Falknerei und Vogelschutz, letzterer auch durch die Begründung der heute noch bestehenden Neschwitzer Vogelschutzwarte. Mit dem Ende des zweiten Weltkrieges, an dem er als Reserveoffizier teilnimmt, wird er von seinem Besitz vertrieben und findet an der Universität Göttingen eine neue Wirkungsstätte. Hier übernimmt er 1946 Vorlesungen an der Forstlichen Fakultät und Landwirtschaftlichen Abteilung und vertritt vorübergehend eine Waldbau-Professur, später die Professur für Forstzoologie. 1956 erfolgt die Berufung auf den Lehrstuhl für Forstgeschichte, Forstschutz und Naturschutz. Neben einer Fülle von Veröffentlichungen aus fast allen biologischen Disziplinen des Forst- und Jagdwesens entstehen in dieser Zeit die bedeutenden Monographien über die Rauchschwalbe und den Siebenschläfer, aber auch die von tiefer Heimatliebe

getragenen Beiträge zu den forstlichen und jagdlichen Verhältnissen der Oberlausitz. Der gleichen Bindung an die Heimat und einem bewundernswürdigen Enthusiasmus zur Natur verdankt überdies die deutsche Literatur zwei Beiträge aus der Feder Professor von Vietinghoffs: Den Roman „Der tanzende Kranich" (Verlag Westermann, Braunschweig) und die Autobiographie „Letzter Herr auf Neschwitz" (Starke Verlag, Limburg/Lahn), beides Zeugnisse dichterischer Begabung und menschlicher Größe.

Souveränität und Esprit, die seine Werke auszeichnen, fesseln ebenso den Hörer im Vortrag. Die phantasievolle, vitale Art und die Sicherheit des so vielseitig Gebildeten macht die Vorlesung zum Erlebnis, aber auch zum Lehrerfolg, während Offenherzigkeit und Fairneß stets das Vertrauen und die Verehrung seiner Umgebung gewinnen. Wir wünschen ihm, dem unsere herzlichen Glückwünsche gelten, noch ungezählte Jahre segensreichen Schaffens.

J. P. Vité, Hann.Münden

# BUCHBESPRECHUNGEN

MÜHLE, E.: **Phytopathologisches Praktikum (für Landwirte, Gärtner und Biologen) Teil II. Zur Symptomatik und Diagnostik der Krankheitserscheinungen und Beschädigungen der Kulturpflanzen.** 109 S., 72 Abb. S. Hirzel Verlag, Leipzig 1959. Preis brosch. 5,30 DM.

Während der schon früher erschienene erste Teil des Werkes die Haupttypen der Schädlinge und Krankheitserreger betraf, ist der vorliegende zweite Teil den Schadbildern bzw. den mit den üblichen Hilfsmitteln eines Praktikums feststellbaren pathologischen Veränderungen der Nutzpflanzen gewidmet. Sein erster Abschnitt versucht eine Symptomatik dieser Veränderungen aufzustellen (Verfärbungen, Welkerscheinungen, Dürreerscheinungen, Fäulen, Wuchsanomalien usw.), der zweite, diese als Grundlage der Diagnosen auszuwerten. Dieser letztere behandelt getrennt (und sehr glücklich nach Ansicht des Ref.) die Merkmale, wie sie durch tierische Schädlinge, durch pilzliche Parasiten, durch Bakterien, durch Viren und durch nichtparasitäre Erkrankungen hervorgerufen werden. Der Hauptteil des Buches geht dann auf Beispiele für die Durchführung einfacher Diagnosen und für jene von Differentialdiagnosen ein. Für Kurse auf dem Gebiete des landwirtschaftlichen Pflanzenschutzes, die als Ergänzung zu entsprechenden Vorlesungen gedacht sind, dürfte auch der II. Teil des MÜHLEschen Praktikums seiner ganzen Anlage nach ein gutes Hilfsmittel sein. Z.

ROBERT, P. A.: **Die Libellen (Odonaten).** (Autorisierte Übersetzung der franz. Originalausgabe von O. P. WENGER.) Naturkdl. Taschenbücher, „Creatura" Bd. IV. 404 S., 32 farbige, 16 schwarzweiße Tafeln sowie 64 Abb. Verlag Kümmerly und Frey, Bern 1959. Preis geb. Schw. Fr. 24,80.

ROBERTS Libellenbuch enthält die Ergebnisse einer über vier Jahrzehnte währenden Beschäftigung mit der heute als eigene Ordnung geführten Gruppe der Odonata. Als Sammler und Liebhaber beobachtete er selbst die meisten unserer heimischen Arten an den Stätten ihres natürlichen Vorkommens, züchtet sie, stellt sie als Kunstmaler in wunderbaren Farb- und Schwarzweißtafeln dar und studierte eingehend die einschlägige Literatur. So entstand ein Werk, das nicht nur den Fachentomologen, sondern jeden Naturfreund, der es zur Hand nimmt, begeistern wird, zumal auch der Text trotz wissenschaftlicher Gediegenheit keinerlei Spezialkenntnisse voraussetzt. – Im allgemeinen Teil bringt er das Wichtigste zum System, zur Morphologie und Entwicklung von Imago und Larve sowie zur Bionomie der Ordnung, gibt Hinweise für Sammeln und Präparation und ein Verzeichnis des wesentlichsten Schrifttums. Der Hauptteil des Buches betrifft die Darstellung der einzelnen (insgesamt 111) Arten des mitteleuropäischen Faunengebietes. Von jeder wird neben Daten zur geographischen Verbreitung, Flugzeit, Kennzeichnung der Imagines und Larven eine eingehende Schilderung der Lebensweise gegeben, die das Studium der Fachliteratur und die reichen Erfahrungen des Verfassers auswertet. Schon die bionomischen Besonderheiten der Ordnung – wie Kopula, Eiablage, Larvalleben – sind so eigenartig, daß sie das Interesse jedes Biologen verdienen. Hinsichtlich der Nahrung der räuberisch lebenden Imago und Larve sind bemerkenswerterweise „Dipteren" die bevorzugte Kost. Die Großlibellen der U.Odg. der Anisopteren vernichten Bremsen, Fliegen und anderes. Die kleineren Arten (U.Odg. Isopteren) jagen hauptsächlich Stechmücken und als Nymphe deren Larven. – Das Buch ist vorzüglich geeignet, der bislang stark vernachlässigten Insektenordnung der Libellen neue Freunde zu gewinnen. Z.

KEMPER, H. (unter Mitarbeit von Dr. phil. W. KEMPER): **Die tierischen Schädlinge im Sprachgebrauch.** 401 S., 66 Abb. Duncker und Humblot Verl., Berlin 1959. Preis geb. 48,– DM.

Das Buch ist ein sehr origineller Beitrag zur Geschichte der Schädlingskunde. Es behandelt ihre allgemeinen Begriffe und die Vulgärnamen tierischer Schädlinge vom sprach- und kulturgeschichtlichen Standpunkt aus und zeigt mit philologischen Mitteln die Wandlungen

auf, die unsere Einstellung zu ihnen im Laufe der Zeiten genommen hat. Berücksichtigt sind die indogermanischen Sprachenfamilien. Nach einem einführenden Abschnitt über diese und über den sprachlichen Ursprung der allgemeinen Bezeichnungen wie „Schädling", „Wurm", „Ungeziefer" usw., geht der Hauptteil des Werkes auf die Vulgärnamen der deutschen, angelsächsischen und romanischen Sprachen näher ein. Schon die Anzahl der Vulgärnamen, die für einzelne Schädlinge oder Insektengruppen beigebracht werden, ist erstaunlich: Für „Heuschrecken" beispielsweise gibt es im deutschen Sprachschatz nicht weniger als 700 Bezeichnungen, die auf die verschiedensten Besonderheiten dieser Gruppe abgestimmt sind. Zitate und Abbildungen aus alter und neuer Literatur, Sprichwörter, Redensarten und Volksweisheiten sowie Wetterregeln, die zu Schädlingen Bezug nehmen, sind gesammelt und wiedergegeben. Auch dies schöngeistige Schrifttum, soweit es sich metaphorisch der Namen tierischer Schädlinge bedient, wurde mit entsprechenden Hinweisen gründlich ausgewertet. Es ist dies mit der ansprechendste Teil des Werkes. Seine Eigenart liegt in der gelungenen Verbindung geisteswissenschaftlicher und naturwissenschaftlicher Betrachtungweise. Hierdurch wird es für jeden nicht nur fachentomologisch, sondern auch historisch und volkskundlich interessierten Leser zu einer Fundgrube kulturhistorischer Daten. Z.

Koch, M.: **Wir bestimmen Schmetterlinge.** Bd. III. Eulen Deutschlands (unter Ausschluß der Alpengebiete). 316 S., 21 Abb., 24 Preistafeln. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin 1958. Preis geb. 11,– DM.

Von dem auf 4 Bände geplanten Bestimmungswerk liegt jetzt der dritte, den Noctuiden gewidmete Band vor. Während in den ersten beiden, die die Tagfalter, Bären, Schwärmer und Spinner behandelten, das Bildmaterial Grundlage zur Artbestimmung abgab, sind bei den schwer bestimmbaren Eulen die „typischen Merkmale" in einer zusätzlichen Spalte der Bestimmungstabellen im Text zusammengefaßt. Wird an Hand der Farbtafeln die Vorwahl getroffen, so ist unter Heranziehung dieser Rubrik die Artbestimmung erleichtert. Die nach Farbaufnahmen gefertigten Faltertafeln stellen sämtliche im Text behandelten 454 Arten dar. Das Bildmaterial für Raupen (und z. T. auch für Puppen), das 450 Arten umfaßt, fußt auf guten, handgemalten Darstellungen. Systematik und Nomenklatur folgen dem bekannten Seitzwerk (Großschmetterlinge der Erde). Doch wird auch das neue System von Boursin berücksichtigt. Der Einführungsabschnitt enthält die reichen Erfahrungen des Verfassers über Sammeln und Zucht der Eulen. Die Tabellen bringen Artnamen, Fluggebiete der Falter, Raupenzeit und Flugzeit, Nährpflanzen, Angaben über Häufigkeit, Überwinterungsstadium, Generationszahl und besondere Merkmale. Bei der beachtlichen Rolle, die zahlreiche Eulenarten als land- und forstwirtschaftliche Schädlinge spielen, ist der neue Band des Kochschen Bestimmungswerkes auch für den Vertreter der angewandten Richtung ein wertvolles Nachschlagewerk. Z.

## *Druckfehlerberichtigung*

In dem Aufsatz von Dr. R. N. Mathur „Two new termites *Emersonitermes thekadensis* gen. et sp. nov. and *Trinervitermes negrirostris* sp. nov. from India", in Bd. 45, Heft 1, S. 66–78, sind einige Irrtümer unterlaufen. Es muß heißen:

*S. 67, under Emersonitermes, Soldier, line 4,* **for** *„14-segmented"* **read** *„12-segmented".*

*S. 69, line 5 from bottom,* **for** *„4-segmented",* **read** *„12-segmented".*

*S. 69, line 3 from bottom,* **for** *„segments 5–13",* **read** *„segments 5–11".*

**Wichtig für alle im Pflanzenschutz tätigen Stellen**

*ist das neue Buch:*

## Unkrautbekämpfung in der Forstwirtschaft

*Die wichtigsten Unkräuter und neue Wege zu ihrer Bekämpfung*
*Ein Leitfaden für die Praxis*

Von Dr. Peter Burschel und Dr. Ernst Röhrig

Institut für Waldbautechnik der Universität Göttingen

1960 / 92 Seiten mit 72 Zeichnungen von Richard Kliefoth und 2 Tabellen
Kartoniert 9,80 DM

Im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte sind die Verfahren der *mechanischen* Unkrautbekämpfung bedeutend verbessert worden. Außerdem ist es der Wissenschaft gelungen, eine Reihe von *chemischen* Verbindungen zu entwickeln, die sich zur Bekämpfung von Unkräutern ausgezeichnet eignen. Diese Mittel sind in jahrelangen Versuchen auf ihre Verwendungsmöglichkeit untersucht worden und die dabei gewonnenen Ergebnisse sind so günstig, daß sie für die Praxis große Bedeutung erlangen werden.

Die vorliegende Schrift stellt *alle forstlich wichtigen Unkrautarten* mit ihren Erkennungsmerkmalen, ihrer Lebensweise und den Möglichkeiten ihrer mechanischen und chemischen Bekämpfung eingehend dar. Sie erläutert die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der wichtigsten chemischen Unkrautbekämpfungsmittel und beschreibt die Verfahren ihrer praktischen Anwendung. Sie ist damit ein Leitfaden für jeden praktischen Forstbetrieb, die Baumschulen und alle im Pflanzenschutz wissenschaftlich und praktisch tätigen Stellen.

**Eine wesentliche Hilfe bei der Auswertung fremdsprachiger Literatur**

*leistet das Spezialwörterbuch:*

## Vocabularium polyglottum vitae silvarum

*Waldbiologisches Fachwörterbuch*
*auf der Grundlage der wissenschaftlichen Nomenklatur*

Latein — Deutsch — Französisch — Englisch — Spanisch — Russisch

Von Risa v. Litschauer

1955 / 126 Seiten / In Ganzleinen 24,– DM

„Die Wissenschaften sind international. Erfreulicherweise wird dem Austausch der Forschungsergebnisse und der Berücksichtigung aller Literatur aus den einzelnen Ländern heute mehr Beachtung geschenkt als bisher. Da Fachausdrücke in den sonstigen Wörterbüchern, auch Fachbüchern, häufig unvollständig berücksichtigt oder ungenau übersetzt waren, erweist sich das vorliegende Buch als besonders nützlich. Es ist während der langjährigen Tätigkeit der Autorin als Sprachsachverständige in einem Forschungsinstitut der Forst- und Holzwirtschaft entstanden und von in- und ausländischen Fachkollegen überprüft worden."

*Waldhygiene*

„Es sei besonders betont, daß das waldbiologische Fachwörterbuch eine empfindliche Lücke im bestehenden Schrifttum schließt und für alle auf dem Gebiet der Forstwissenschaft und Forstwirtschaft Arbeitenden unentbehrlich ist. Für die Bearbeitung dieses schwierigen Materials sind wir der Verfasserin und für die Veröffentlichung dem Verlag zu Dank verbunden."

*Anzeiger für Schädlingskunde*

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

MONOGRAPHIEN ZUR ANGEWANDTEN ENTOMOLOGIE

*Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Entomologie*

HERAUSGEGEBEN VON PROF. DR. RER. NAT. W. ZWÖLFER

*Als 16. Band ist erschienen:*

## Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen

*Dipt., Tachinidae*

Von Dr. BENNO HERTING, Münster

1960 / 188 Seiten mit 12 Abbildungen / Broschiert 32,— DM / Für Abonn. d. Zeitschr. f. angew. Entomologie 28,— DM

„Es war ein glücklicher Gedanke, die von Prof. Dr. K. ESCHERICH begründeten ‚Monographien' – nach jahrzehntelanger Unterbrechung – mit einer Biologie der Raupenfliegen wieder ins Leben zu rufen. Gerade über die wichtige Fliegengruppe ist die letzte zusammenfassende Darstellung vor rund 40 Jahren erschienen, und die seit dieser Zeit wesentlich erweiterten Kenntnisse berechtigen zu einer Neubearbeitung dieses Gebietes . . . Das Buch – dessen Erscheinen von allen in der angewandten Entomologie Tätigen begrüßt werden wird – ist nicht nur für die Forstwirtschaft und -praxis von Bedeutung, sondern auch für die Landwirtschaft, denn es zeigt, daß auch ein großer Teil hier wichtiger Schädlinge parasitiert werden kann. Die Anschaffung kann nicht nur Pflanzenschutzämtern, sondern auch allen Berufs- und Liebhaber-Entomologen und denen, die sich mit Insektenparasiten befassen, wärmstens empfohlen werden." *Pflanzenschutz*

**Biologische Versuchsergebnisse sinnvoll auswerten**

*mit Hilfe des Buches:*

BONNIER / TEDIN

## Biologische Variationsanalyse

*Die statistischen Methoden zur Auswertung biologischer Versuche, insbesondere auf dem Gebiet der Tierzucht*

Deutsche Ausgabe nach der zweiten, neubearbeiteten, schwedischen Auflage von Dr. H.-O. GRAVERT, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Kiel, der die Übersetzung besorgte, und Dr. W. POLLHEIDE, Institut für Haustiergenetik, Uppsala

1959 / 208 Seiten mit 6 graphischen Darstellungen und zahlreichen Tabellen
Kartoniert 24,– DM / In Ganzleinen 28,– DM

„Das Buch bringt in 14 Kapiteln eine Erläuterung der Grundlagen biologischer Statistik und die in der biologischen Forschung häufigsten Anwendungen: t-Test, F-Test, Chi² bei empirischen Daten oder beim Vergleich mit hypothetischer Erwartung, Streuungszerlegung, Varianzkomponentenzerlegung, Korrelationen und Regression, sowie die Probitanalyse. Die reichlich eingefügten Beispiele werden dem Biologen Verständnis und Anwendungen erleichtern, theoretische Ableitungen sind nur kurz, aber in sehr klarer Form gebracht. Der Tabellenteil bringt die F-Werte für sechs Überschreitungswahrscheinlichkeiten (0,05 bis 0,0005), die t-Verteilung, Normalverteilung, Chi²-Verteilung und drei Tabellen zur Anwendung der Probits." *Silvae Genetica*

„Die nicht für jeden so ohne weiteres zugängliche Varianzanalyse wird hier in einer klaren und einleuchtenden Weise beschrieben sowie mit Beispielen aus der Tier- und Pflanzenzucht untermauert." *Züchtungskunde*

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN